Aus der Abteilung für Hals- Nasen- und Ohrenheilkunde
der Ruhr-Universität Bochum
Prosper-Hospital Recklinghausen
(Leiter: Prof. Dr. P. Plath)

HYPOTONIE ODER HYPOTONE REGULATIONSSTÖRUNGEN BEI PATIENTEN MIT LÄRMSCHWERHÖRIGKEIT

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr-Universität zu Bochum

vorgelegt von
Wolfgang Hettwer
aus Recklinghausen
1982

1983

Aus der Abteilung für Hals-Nasen und Ohrenheilkunde
der Ruhr-Universität Bochum
Prosper-Hospital Recklinghausen
(Leiter: Prof.Dr.P.Plath)

HYPOTONIE ODER HYPOTONE REGULATIONSSTÖRUNGEN BEI PATIENTEN MIT LÄRMSCHWERHÖRIGKEIT

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr-Universität zu Bochum

vorgelegt von
Wolfgang Hettwer
aus Recklinghausen
1982

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan : Prof.Dr.K.Morgenroth

Referent : Prof.Dr.P.Plath

Korreferent : Prof.Dr.H.Hildmann

Tag der mündlichen Prüfung : 23.3 1983

" Die Medizin ist eine soziale Wissenschaft ..."

Rudolf Virchow

Dem Andenken meines Vaters

Meiner Mutter in Dankbarkeit

Inhaltsverzeichnis Seite

1. Einleitung 7

1.1 Die Lärmschwerhörigkeit 7

1.2 Das Hörorgan - Anatomie und Physiologie 9

1.2.1 Die Blutversorgung des Innenohres 10

1.2.2. Arterieller Blutdruck und Innenohrdurchblutung 11

1.3 Fragestellung der Arbeit 13

1.4 Hypotonie 15

1.5 Die orthostatische Regulationsstörung 17

2. Patienten und Methode 19

2.1 Audiometrische Messungen 19

2.2 Die Blutdruckmessung 20

2.3 Exploration und kreislaufbezogene Anamnese 21

2.4 Ein- und Ausschlusskriterien 23

3. Ergebnisse 24

3.1 Aufschlüsselung des Kollektivs nach Alter und Blutdruckverhalten 25

3.2 Ergebnisse der orthostatischen Belastung 30

3.2.1 Diskussion 31

3.3 Das Vergleichskollektiv 32

3.3.1 Ergebnisse

3.4 Die Auswertung der Tonschwellenaudiogramme 37

3.4.1 Vergleich: rechtes Ohr - linkes Ohr 38

3.4.2 Vergleich der Hörschwellenverläufe 41

3.4.3 Berücksichtigung des Altershörverlustes 42

3.4.4 Statistische Absicherung durch den t-Test 44

Seite

3.4.5 Die Tonaudiogramme 45

3.5 Der prozentuale Hörverlust 48

3.5.1 unter Berücksichtigung des Tonaudiogramms 48

3.5.2 t-Test 51

3.5.3 unter Berücksichtigung des Sprachaudiogramms 53

3.5.4 t-Test 55

4. Diskussion 56

4.1 Auswirkungen von Beschallung und Sauerstoffmangel auf das Hörorgan (Literaturübersicht) 56

4.2 Hypotonie und Innenohrschwerhörigkeit 58

4.3 Häufigkeit der Hypotonie 61

4.4 Vergleich der gefundenen Blutdruckwerte mit Literaturangaben 63

4.5 Blutdruck und eingeschränktes Hörvermögen (Literaturübersicht) 64

4.6 Eigene Ergebnisse 66

4.7 Fazit 69

5. Zusammenfassung 70

6. Anhang

6.1 Tabellen zur Bestimmung des prozentualen Hörverlustes 71

6.2 Der Fragebogen 72

6.3 Die Auswertung des Fragebogens 73

6.4 Exemplarischer Fall 75

6.5 Statistische Formeln 76

6.6 Rechnerische und graphische Darstellung der Konfidenzintervalle 77

7. Literaturangaben 78

1. Einleitung

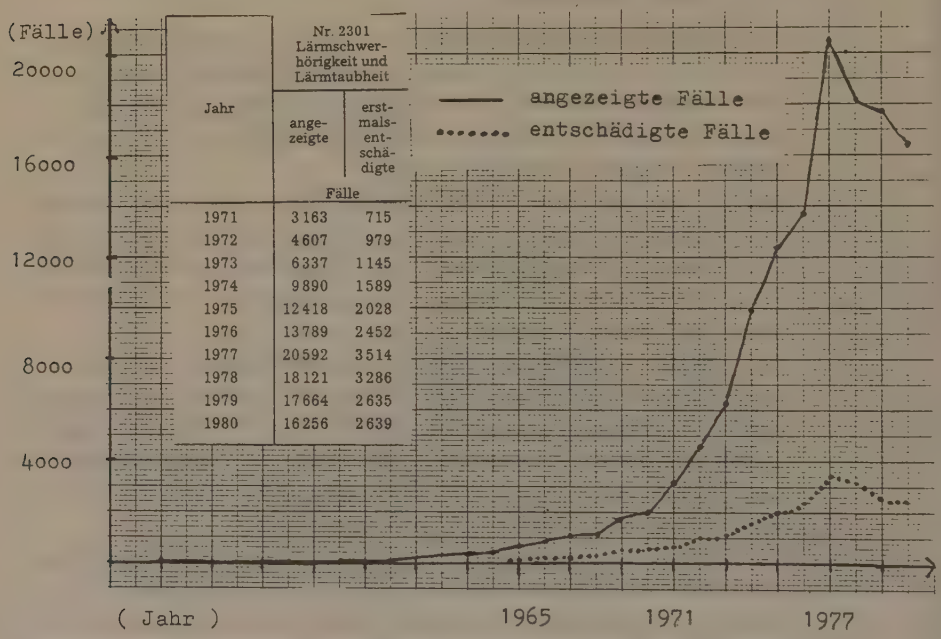
1.1 Die Lärmschwerhörigkeit

Die Lärmschwerhörigkeit zählt zu den akustischen Traumen. Seit nunmehr fast 1oo Jahren - seit HABERMANN (189o) - ist bekannt, daß das pathologisch-anatomische Korrelat der chronischen Lärmeinwirkung in der Beeinträchtigung des Corti - Organs zu suchen ist.
Bei dieser Form der Hörschädigung handelt es sich um eine reine Innenohrschwerhörigkeit, bei der in der Regel zuerst die äußeren Haarzellen betroffen sind. Über das Stadium der temporären Hörschwellenabwanderung kommt es schließlich zum bleibenden Hörverlust.
Der einmal eingetretene Defekt ist irreparabel. Auf der anderen Seite kommt es nach Sistieren der Noxe zu keiner weiteren Progredienz. Eine Therapie kann es folglich nicht geben. Allein eine sinnvolle Aufklärung der Gefährdeten und eine konsequente Prophylaxe können bleibende Schäden verhindern oder zumindest in Grenzen halten.
Im Tonschwellenaudiogramm stellt sich die Lärmschwerhörigkeit in ihrer klassischen Ausprägung als sogenannte c^5 - Senke - ein besonders krasser Hörverlust bei etwa 4ooo Hz, der in den höheren Frequenzen wieder geringer wird - dar. Da diese Senke jedoch ihr Maximum auch bei 3ooo oder 6ooo Hz aufweisen kann, spricht man besser von einer Hochtonsenke (LEHNHARDT 1972).

Seit rund 5o Jahren gilt die Lärmschwerhörigkeit als Berufserkrankung. Die neue Berufskrankheitenverordnung (BeKV), die seit dem 1.1.1977 in Kraft ist, beschreibt dieses Krankheitsbild unter der Nummer 2301.

Die sozialmedizinische und volkswirtschaftliche Relevanz der Lärmschwerhörigkeit geht aus folgender Information hervor:
Von 45114 Berufskrankheiten, die 1980 zur Anzeige kamen, entfielen 16256 (36 %) auf die Nummer 2301.
2639 Fälle (16,2 %) zogen eine Entschädigungspflicht nach sich (BUNDESMINISTER 1981).

Die folgende Tabelle und Abbildung machen allerdings auch transparent, daß eine rückläufige Tendenz eingesetzt hat.



Nr. 2301 Lärmschwerhörigkeit und Lärmtaubheit

Jahr	angezeigte	erstmals entschädigte
	Fälle	
1971	3163	715
1972	4607	979
1973	6337	1145
1974	9890	1589
1975	12418	2028
1976	13789	2452
1977	20592	3514
1978	18121	3286
1979	17664	2635
1980	16256	2639

Abb.1 Entwicklung der Berufskrankheit Lärmschwerhörigkeit in der BRD seit 1949. Angezeigte und erstmals entschädigte Fälle (BUNDESMINISTER 1981)

Etwa 2 Millionen Arbeitnehmer in der BRD sind durch ihre berufliche Tätigkeit ständig einem Lärmpegel von 90 dB(A) und mehr ausgesetzt (BRUSIS 1978). Berücksichtigt man allerdings auch jene Berufstätige, die unter einer Lärmbelastung von mehr als 85 dB(A) ihrer Arbeit nachgehen, steigt die Anzahl der Gefährdeten ungleich stärker an.
Längere Lärmexposition unter diesen Bedingungen kann durchaus bereits zu Schäden des Innenohrs führen (JANSEN 1976, 1981 a, WELLESCHIK 1979, SCHWETZ et al. 1980).

1.2 Das Hörorgan - Anatomie und Physiologie

Das innere Ohr liegt eingebettet in die Pars petrosa des Os temporale und birgt als Doppelorgan Gehör- und Vestibularapparat. Die Kochlea - das Organ der Gehörempfindung - besteht aus drei Gangsystemen, von denen die beiden äußeren, die Scala vestibuli und die Scala tympani, mit Perilymphe, der mittlere Schneckengang mit Endolymphe gefüllt sind. Zwischen Scala media und Paukentreppe spannt sich die Basilarmembran aus, der das Cortische Organ (Organum spirale) aufsitzt.
Druckwellen erschüttern die Basilarmembran und erregen die Sinneszellen dieses Organs, welche über den Nervus cochlearis die Impulse weiter den zentralen Bahnen zuleiten.

Wie alle Gewebe benötigen die Rezeptoren des Corti - Organs eine Quelle, welche die Aufrechterhaltung des Stoffwechsels sicherstellt. Da das Organum spirale jedoch nicht über eine direkte Blutzufuhr verfügt, ist es auf ein ernährendes Medium angewiesen. Sehr wahrscheinlich stellen das perilymphatische Gefäßsystem die Quelle und die Perilymphe selbst das Medium für die Stoffwechselversorgung dar (v.ILBERG 1968a, OKUMURA 1970, SCHNIEDER 1974a, SCHÄTZLE u. SCHNIEDER 1979) und nicht, wie früher vermutet, die der Stria vascularis entstammende Endolymphe.

Die untenstehende Abbildung vermittelt einen plastischen Überblick.

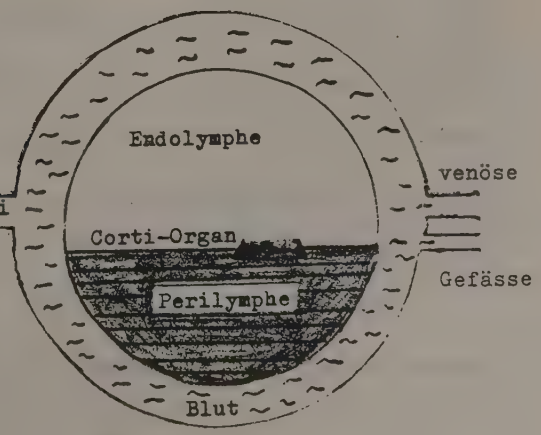


Abb.2 Schema der Innenohrflüssigkeiten, verändert nach v.ILBERG (1976)

1.2.1 Die Blutversorgung des Innenohres

Die Blutversorgung des Innenohres erfolgt durch ein einziges Gefäß, welches - abhängig von der gewählten Nomenklatur - als Arteria auditiva interna oder als Arteria labyrinthi bezeichnet wird. Es handelt sich hierbei um ein Gefäß, welches direkt oder indirekt (über die Arteria cerebelli inferior) der Arteria basilaris entspringt. Zahlreiche Varianten sind bekannt und beschrieben (z.B. MAZZONI 1969).
Die untenstehenden Abbildungen vermitteln eine übersichtliche Darstellung von Ursprung und feinerer Verästelung des Innenohrgefäßes.

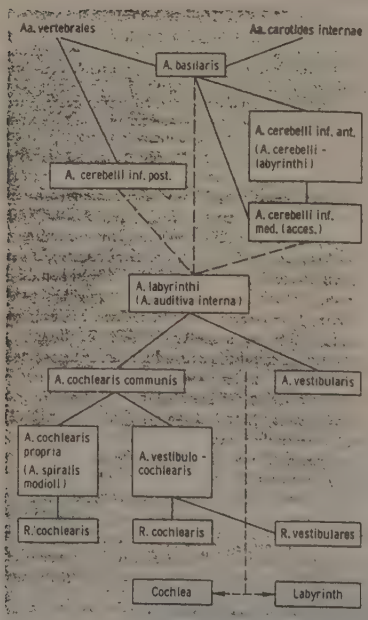


Abb. 3

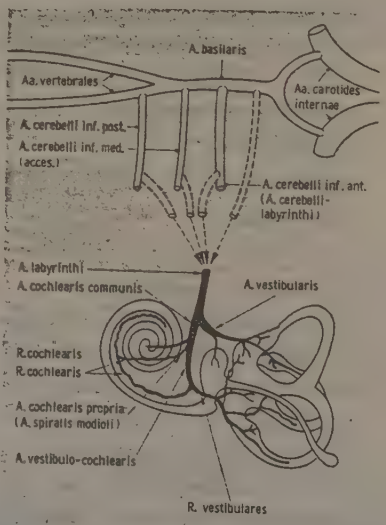


Abb. 4 (nach NAUJOKS 1979)

Schemata der arteriellen Versorgung des Innenohres

Die Arteria auditiva interna stellt eine funktionelle Endarterie dar, das heißt die Blutversorgung eines gewissen Areals hängt von der Unversehrtheit und hinreichenden Funktion eines einzigen Gefäßes ab. HANSEN (1969) bezweifelt diese Ansicht, da er zahlreiche Anastomosen zwischen Paukenschleimhaut und Modiolusgefäßen, unter anderem zur Arteria carotis interna, nachweisen konnte. Die Kommunikation zwischen intra- und extrakraniellen Gefäßen sei somit möglich. Maass bestätigt dies unter Hinweis auf die Kapillaren der Mittelohrschleimhaut (MAASS 1977) und führt weiterhin die Diffusion von Sauerstoff aus der Paukenhöhle über die Membran des runden Fensters als Versorgungsquelle an (MAASS 1976).

Fraglich bleibt jedoch, ob diese Anastomosen ausreichen, eine Versorgung des Innenohres allein sicherzustellen, sofern eine totale oder partielle Insuffizienz der Arteria labyrinthi vorliegt.
Im allgemeinen werden an diesen Kollateralkreislauf hinsichtlich der Funktionserhaltung keine großen Hoffnungen geknüpft.
Es besteht keine"funktionserhaltende Alternative" (KOBURG u. MAASS 1979).

1.2.2 Arterieller Blutdruck und Innenohrdurchblutung

Die ältere Auffassung (z.B. SCHNIEDER 1973, RITTER 1978), daß die Blutversorgung der Kochlea dem zentral regulierten Hirnkreislauf zuzuordnen sei, scheint sich als unrichtig zu erweisen.
RISTOW (1969) wies bereits darauf hin, daß die Gefäße des Innenohres anders reagieren als die Hirngefäße.

Neuere Untersuchungen von MAASS et al. (1977, 1978, 1979) belegen, daß unter physiologischen Bedingungen die Durchblutung der Schnecke nicht autoregulativ erfolgt und damit dem zentralen Regulationstypus, dem Hirn- und Koronargefäße unterliegen, zuzuordnen, sondern dem peripheren Typ zuzurechnen ist.

Die untenstehende Abbildung veranschaulicht die Ergebnisse der Untersucher :
Der Sauerstoffpartialdruck ist eine Funktion des mittleren aortalen Blutdrucks.
Mit sinkendem Blutdruck nimmt die O_2-Spannung kontinuierlich ab.
Nach Sympathektomie hält sich der pO_2 der Endolymphe relativ konstant. Erst bei hämorrhagischer Hypotension auf etwa 60 mm Hg setzt der zentrale Regulationstypus ein. (Diese Erkenntnisse entstammen Versuchen an Katzen.)

Die Innenohrdurchblutung zeigt also eine deutliche Abhängigkeit vom allgemeinen Blutdruck (MAASS et al. 1979).

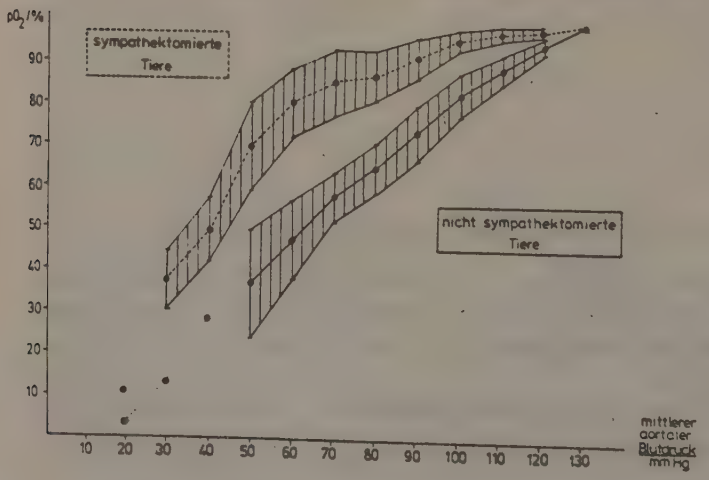


Abb.5 Sauerstoffpartialdruck der Endolymphe in Abhängigkeit vom mittleren aortalen Blutdruck unter hämorrhagischer Hypotension (MAASS et al. 1979)

1.3 Fragestellung der Arbeit

Nicht jeder langfristig Lärmexponierte entwickelt eine Lärmschwerhörigkeit. Es scheint eine unterschiedliche Anfälligkeit zu bestehen :
Identische Schallpegel und Expositionszeiten können in einem Fall zu massiven Höreinbußen führen, in einem anderen Fall das Hörorgan nahezu unbeeinflußt lassen. (Bei 2.ooo ooo Lärmarbeitern beträgt die Anzahl der "Lärmrentner " "lediglich" 2o ooo (BRUSIS 1981).

Allerdings verzerrt diese Gegenüberstellung, da das Attribut "durch Lärm geschädigt" auch auf jene Lärmexponierte zutrifft - und dies ist die weitaus größere Zahl -, deren Hörverlust zu keiner Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) geführt hat.

Für das Phänomen der individuellen Lärmempfindlichkeit existiert keine allgemein anerkannte Erklärung, obwohl es nicht an Versuchen gefehlt hat, Faktoren aufzuspüren (z,B. Pneumatisation des Warzenfortsatzes, Halswirbelsäulendegeneration, endokrinologische Erkrankungen).

Wie für jedes Gewebe ist auch für die Haarzellen des Corti-Organs die adäquate Blutzufuhr und dadurch gewährleistete Sauerstoffverorgung für die Funktionserhaltung absolut erforderlich.
Die exponierte Lage des Innenohres birgt allerdings gewisse Störmöglichkeiten in sich. Eine Minderversorgung mit nachfolgender sekundärer Beeinträchtigung im Bereich der Kochlea ist denkbar, zumal wenn das Hörorgan durch Beschallung einer extremen funktionellen Belastung unterliegt.

VON ILBERG (1976) betont unter anderem folgende zwei Faktoren, die wesentlichen Einfluß auf die ernährende Perilymphe nehmen :

- der mittlere Sauerstoffpartialdruck der Kapillaren
- die Kapillarflußrate

Diese beiden Größen werden negativ beeinflußt, wenn z. B.

atherosklerotisch veränderte und im Lumen eingeengte Gefäße (WILMOT u. SEYMOUR 1960, JOHNSSON 1973, BELAL 1979) oder ein"Kreislaufabfall"(v.ILBERG 1976) vorliegen.
Letztlich ist jede Lärmschädigung -vereinfacht ausgedrückt- "ein Produkt aus Lärmeinwirkung und Sauerstoffmangel der Innenohren"(BRUSIS 1978, S.127).

Diese Arbeit will der Frage nachgehen, ob der niedrige Blutdruck nachteilige Folgen für die Mikrozirkulation im Innenohr mit sich bringt, welche die Entstehung einer Lärmschwerhörigkeit begünstigen.

Im einzelnen werden folgende Fragestellungen überprüft:

- Sind Hypotoniker (bzw. Patienten, die unter hypotonen Regulationsstörungen des Kreislaufs leiden,) [1] unter Lärmschwerhörigen überzufällig oft vertreten?

- Unterscheiden sich die aus dem Tonaudiogramm ermittelten Hörverluste hypotoner Patienten mit Lärmschwerhörigkeit von denen der Normotoniker? [2]

- Zeigt der prozentuale Hörverlust (ermittelt aus dem Tonschwellen- bzw. Sprachaudiogramm) von Hypotonikern und Normotonikern signifikante Differenzen? [2]

Bevor das methodische Vorgehen näher erläutert wird, seien noch einige Ausführungen zur Hypotonie und orthostatischen Regulationsstörung erlaubt.

---

1) Im folgenden soll kurz nur von 'Hypotonikern' die Rede sein.
2) Da auch die Meßdaten und Ergebnisse hypertoner Patienten vorliegen, sollen diese ebenfalls -über den Rahmen der Arbeit hinausgehend- aufgeführt und besprochen werden.

1.4 Hypotonie

Eine arterielle Hypotonie liegt vor, wenn der Blutdruck einen gewissen Grenzwert unterschreitet. Je nach Autor und Einstellung lassen sich in der gängigen Literatur unterschiedliche Angaben ausmachen. Im allgemeinen werden als Richtwerte für den systolischen Wert 110, 105, 100 oder auch weniger als 100 mm Hg genannt. LOSSE (1977) z.B. postuliert als unteren Grenzwert des normalen Blutdrucks beim Mann 110/70 Millimeter Quecksilbersäule (entspricht 14,7/9,3kPa). Starr fixierte Werte erlauben zwar eine einfache und exakte Einordnung, doch werden sie der physio- und pathophysiologischen Streuung nicht gerecht. Es ist nämlich durchaus denkbar, daß bei einem älteren Patienten mit atherosklerotisch veränderten Gefäßen bereits bei 130 mm Hg systolisch eine Hypotonie vorliegt (BÖHM 1973).

Der erniedrigte arterielle Blutdruck stellt keine nosologische Einheit dar und bedarf daher einer Systematisierung. SIEGENTHALER et alii (1976) unterscheiden zwischen primärer, essentieller und sekundärer, symptomatischer Hypotonie. In die erste Kategorie reihen sie den hypotonen Symptomenkomplex bzw. das Orthostase-Syndrom ein.
5 Hypotonieformen anderer Genese (endokrin, kardiovaskulär, neurogen, infektiös-toxisch und hypovolämisch) bilden die Gruppe der sekundären Hypotonien.

Die Bezeichnung chronisch essentielle (idiopathische, konstitutionelle) Hypotonie impliziert allein nicht einen Krankheitszustand, zumal wenn objektive Symptome und subjektive Beschwerden vermißt werden. Weisen jedoch Patienten mit erniedrigtem Blutdruck eine Symptomatik auf, so erscheint es wenig gerechtfertigt, die Beschwerden zu bagatellisieren unter Hinweis auf die Schonung des Herz-Kreislauf-Systems und der daraus folgenden statistisch gesicherten höheren Lebenser-

wartung. Ferner fällt es schwer, sich Argumentationen anzuschließen, welche der Hypotonie ganz allgemein einen Krankheitswert absprechen, wo doch der sozialmedizinische und ökonomische Aspekt deutlich zu Tage tritt: DONAT (1973) macht den erniedrigten Blutdruck bei 1 - 1,5% der Männer und 1,5 - 3% der Frauen für die Arbeitsunfähigkeit verantwortlich. BÖHM (1973) liefert ähnliche Zahlen.
1978 wurden allein bei den Ortskrankenkassen mehr als 4 Millionen Tage Arbeitsunfähigkeit infolge Hypotonie registriert (DONAT 1981).
BESKE u. BOSCHKE (1982) beziffern die Anzahl der Arbeitsunfähigkeitstage wegen Hypotonie bei den sozialversicherungspflichtigen Arbeitnehmern für das Jahr 1978 mit 9,5 Millionen. 1 100 000 Krankenhaustage wurden bei Mitgliedern der gesetzlichen Krankenversicherung 1978 wegen der Diagnose "Hypotonie" erforderlich (BESKE u. BOSCHKE 1982).
Stationäre Heilbehandlungen und Medikamente stellen weitere gravierende Posten dar.
Die volkswirtschaftlichen Belastungen erreichen Größenordnungen von Milliarden DM.

Bei der symptomatischen Hypotonie existieren keine eindeutigen Symptome. Häufig werden aber - zum Teil uncharakteristische und vage - Beschwerden geklagt, die BÖHM (1973) in fünf Gruppen unterteilt:

Allgemeine Beschwerden (Leistungsabfall, Müdigkeit, Reizbarkeit u. a.)

Herzbetonte Beschwerden (Herzklopfen, Stolpern u. a.)

Kreislaufbezogene Beschwerden (Schwindelgefühl, Leeregefühl im Kopf, Ohrensausen, Flimmern vor den Augen, Kältegefühl in Händen und Füßen)

Atmungsbezogene Beschwerden (Gefühl des Nicht-Durchatmen-Könnens, Gähnzwang)

Verdauungsbezogene Beschwerden (u.a. Leibschmerzen Völle-, Blähgefühl)

SARRE (1949), CHRISTIAN et al. (1965), LÜBKE (1972) KEREKJARTO (1973), HAUSEN (1976) und DONAT (1981) beschreiben im wesentlichen ähnliche Klagen.

1.5 Die orthostatische Regulationsstörung

Bei der orthostatischen Form der Regulationsstörung treten bei Wechsel der Position vom Liegen oder Sitzen zum Stehen stärkere Änderungen der Herzfrequenz, des systolischen und/oder des diastolischen Blutdrucks auf. Häufig zeigen sich eine Hypotonie oder hypotone Regulationsstörungen erst unter diesen Bedingungen.
In seinen klassischen Arbeiten setzte sich SCHELLONG (1936) mit der Kreislaufregulation auseinander und legte Normen fest (SCHELLONG u. LÜDERITZ 1954). Beim"Aufstehversuch" steigt der systolische Wert von gesunden Versuchspersonen leicht an, sinkt etwas oder bleibt unverändert (± 5 mm Hg, sofort und nach 1, 2 und 3 Minuten gemessen) gegenüber dem im Liegen ermitteltem Blutdruckwert.
Der diastolische Wert bleibt gleich oder steigt leicht an (+ 5mm Hg). Die Herzfrequenz erhöht sich (+ 17/min).

THULESIUS (1974) fand unter ähnlichen Bedingungen folgende Herz-Kreislaufveränderungen bei 105 Probanden beiderlei Geschlechts :

Blutdruckverschiebung systolisch : ± 0 mm Hg
diastolisch: + 8 mm Hg
Herzfrequenz: + 14 Schläge/min.

Als pathophysiologische Reaktionen sind folgende Ergebnisse zu werten:
SCHELLONG (1936) nennt ein Abfallen des systolischen Druckes von mehr als 15 mm Hg und eine Erhöhung des diastolischen Wertes um etwa 1o Millimeter Quecksilbersäule.
THULESIUS akzeptiert als Grenzwerte einer normalen Reaktion Veränderungen des systolischen Druckes um etwa 14 mm Hg nach oben und unten (1972) bzw. 5 und 8 mm Hg (THULESIUS 1974, 1975).
SCHARDT u. GROSS (198o) sowie MUTH u. JANSEN (198o) bezeichnen Änderungen von mindestens 25 mm Hg (systolisch und diastolisch summarisch), LANG et alii (1975) einen RR- Abfall von 2o mm Hg systolisch als Dysregulation.

Die Berücksichtigung der drei Parameter (systolischer, diastolischer Druck und Herzfrequenz) ermöglicht die Differenzierung verschiedener Typen von Regulationsstörungen. Von besonderer Relevanz bei dieser Studie sind jene Regulationsstörungen, die mit einer Erniedrigung des systolischen Blutdrucks einhergehen.

THULESIUS (1975)	SCHELLONG (1936)	ROSMANITZ u. BREHM (1964)	$RR_{sys.}$	$RR_{dia.}$	Herzfrequenz
hyperton			↑	↑	↑
sympathikoton	hypoton	hyperdiastolisch	↓	↑	↑
asympathikoton	hypodynam	hypodiastolisch	↓	↓	↑→
vasovagal			↓	↓	↓

Tab. 1 : Synopse der orthostatischen Regulationsstörungen

2. Patienten und Methode

Von 382 Patienten wurden die audiometrischen Ergebnisse, die kreislaufbezogenen Anamnesen und zwei Blutdruckwerte erfaßt und bearbeitet.
Es handelte sich dabei ausschließlich um männliche Probanden, die bei einem HNO-Arzt zwecks Erstellung eines Hals-Nasen-Ohrenärztlichen Gutachtens zur Frage der beruflichen Lärmschwerhörigkeit vorstellig wurden.
Das Gros der Untersuchten rekrutierte sich aus Arbeitern der chemischen Großindustrie, Bergleuten und einem in Bochum ansässigen Automobilwerk.
Zwei niedergelassene Hals-Nasen- und Ohrenärzte führten die Begutachtung durch und lieferten Daten und Meßergebnisse. Alle jene Lärmexponierte wurden erfaßt, die die Praxis von Untersucher I zwischen April 1980 und Januar 1981 aufsuchten. Bei Untersucher II wurden alle Patienten berücksichtigt, die am Montag, Dienstag oder Donnerstag vormittag, zwischen Mai 1980 und Januar 1981, zur Untersuchung vorgeladen waren.
Die Erhebung der Daten erfolgte bis auf durch Urlaubszeit bedingte Unterbrechungen kontinuierlich.

2.1 Audiometrische Messungen

Bei allen Patienten wurde ein Tonschwellenaudiogramm beider Ohren für Luft- und Knochenleitung erstellt.
Geprüft wurden folgende Frequenzen:

0,125, 0,250, 0,5, 1, 2, 3, 4, 6 und 8 kHz.

Der prozentuale Hörverlust kann nunmehr unter Berücksichtigung des 1000- und des 3000-Hz-Wertes nach der Tabelle von RÖSER (1973) ermittelt werden.
Es folgte dann die Durchführung des Sprachaudiogramms (Freiburger Sprachtest).
Versiertes und erfahrenes Personal führte die audio-

metrischen Messungen durch. Bei Untersucher I fanden Geräte der Firma Siemens, Beomat 5ooo bzw. 4ooo, bei Untersucher II ein Beomat 4ooo SR Verwendung. Schalldichte Amplaid-Hörkabinen beschränkten irritierende Nebengeräusche auf ein Minimum.

Zur eindeutigen Identifizierung eines Haarzellschadens war die Durchführung von mindestens zwei Tests erforderlich. In der Regel handelte es sich dabei um den Short Increment Sensitivity Index - Test (SISI) und um die Geräuschaudiometrie nach Langenbeck.

2.2 Die Blutdruckmessung

Die Blutdruckmessung erfolgte mit einem Manometer in der üblichen unblutigen Weise nach Riva-Rocci/Korotkoff. Bei allen Messungen wurden die Strömungsgeräusche der linken Arteria brachialis auskultiert. Die Ellenbeuge des entspannten Armes befand sich in Herzhöhe. Unter Palpation der Arteria radialis wurde der Gummiteil der um den linken Oberarm gelegten Manschette auf einen Wert aufgepumpt, welcher etwa 3o mm Hg über jenem Manometerdruck lag, bei dem das Verschwinden des Pulses auftrat. Der Manschettendruck wurde dann um ca 3-5 mm Hg/s kontinuierlich reduziert. Unter Beachtung der auskultatorischen Lücke erfolgte die Ermittlung des systolischen und des diastolischen Druckes.

Das Geräuschphänomen V (völliges Verschwinden der Korotkoff-Töne) diente als Kriterium zur Bestimmung des diastolischen Wertes (HOLZGREVE 198o).
Eine Korrektur der Meßwerte aufgrund der unterschiedlichen Oberarmumfänge der Untersuchten wird allgemein abgelehnt (z.B. HOLZGREVE 198o) und fand deshalb nicht statt.
Die Blutdruckmessung erfolgte in der Dimension Millimeter Quecksilbersäule und zwar auf 5 mm Hg genau.
Untersucher I nahm die Messungen mit einem automatischen Blutdruckgerät der Firma Bosch und Sohn (basophon o1c)

vor. Die Fläche der Manschette beträgt 48 mal 13 cm^2.
Bei den Blutdruckbestimmungen der Probanden von Untersucher II fand ein Quecksilber-Sphygmomanometer[1] "Erkameter" mit einer Manschette von 42 cm Länge und 13 cm Breite Verwendung. Beide Geräte waren frisch geeicht.
Insgesamt wurde bei jedem Patienten in zwei Positionen gemessen. Nach etwa zwei Minuten ruhigen Sitzens auf einem bequemen, tiefen Stuhl fand die erste Messung statt (Sitzwert).
Direkt hieran schloß sich die Stehphase an, die dann nach etwa 2 Minuten mit der Ermittlung des Blutdruckes in der stehenden Position endete.
Die Herzfrequenz wurde nicht bestimmt.

2.3 Exploration und kreislaufbezogene Anamnese

Um die Verläßlichkeit der gemessenen Blutdruckwerte zu gewährleisten und brauchbare Interpretationen der Ergebnisse zu ermöglichen, schien es sinnvoll, die Probanden zusätzlich einer Exploration und kreislaufbezogenen Anamnese zu unterziehen. Hierbei wurde nach einem starren Raster in Form eines Fragebogens verfahren.
Ein Muster befindet sich im Anhang (S.72).
Die Patienten wurden befragt und die Ergebnisse markiert. Im einzelnen lauteten die Fragen:
Frage 1 zielte auf die Kenntnis des Untersuchten über seinen Blutdruck. Vier Antwortmöglichkeiten waren vorgegeben:

normal hoch niedrig nicht bekannt

---

1) Dieses Gerät läßt die genauesten Messungen erwarten. Besonders problematisch ist die Benutzung der handlichen und deshalb viel benutzten Aneorid-Manometer(BOWMAN 1981).

Die nächste Frage eruierte, ob überhaupt, und konkret am heutigen Tag, blutdruckwirksame Medikamente - Antihypertonika und Antihypotonika - eingenommen wurden. Sofern den Probanden der Name des Präparates bekannt war, gaben sie ihn an. Hierdurch konnte in etwa ausgeschlossen werden, daß die Einnahme sogenannter durchblutungsfördernder Mittel und roborierender Medikamente, denen vom Patienten häufig eine "kreislaufaktive" Wirkung beigemessen wird, eine positive Beantwortung der Frage 2 zur Folge hatte, welche lautete:

Wird Ihr Blutdruck behandelt? ja nein

Die folgenden vier Fragen dienten der Erfassung von einigen Symptomen und Klagen, die recht typisch sind für Patienten mit orthostatischen Regulationsstörungen bzw. Hypotoniker, bei denen der erniedrigte Blutdruck mit Beschwerden einhergeht. Die Befragten sollten sich für eine der drei Stufen der Beurteilungsskala entscheiden. Vorgegeben wurden:

immer oder sehr häufig	manchmal	selten oder nie

Kommen bei Ihnen Flimmern oder Schwarzwerden vor den Augen beim plötzlichen Aufstehen vor? (Die Frage konnte konkretisiert, präzisiert und erweitert werden etwa derart, am Morgen, aus der Hocke kommend etc.).

Leiden Sie unter Schwindel?
(Gemeint ist das uncharakteristische Schwindelgefühl, die Unsicherheit beim Stehen, Gehen, das Leeregefühl im Kopf etc.).

Leiden Sie unter Müdigkeit und Abgeschlagenheit?
(nach einem Arbeitstag über das übliche Maß hinaus z.B. auch am Wochenende, im Urlaub,)

Kommen bei Ihnen Frösteln und feuchte, kalte Hände (Füße) vor?

Als letztes wurde in den Kanon die Frage nach Ohrgeräuschen und der Häufigkeit ihres Auftretens aufgenommen. Beschreibung des Tinnitus als Sausen, Rauschen oder Pfeifen lieferten dem Patienten eine Hilfestellung zum besseren Verständnis dieser Frage.

Die Angaben zu diesem Symptom sind allerdings nur mit Einschränkung verwertbar, da nicht auszuschließen ist, daß einige der zu begutachtenden Patienten die Unwahrheit sagen oder aggravieren, weil ihnen bekannt sein dürfte, daß das Klagen von Ohrgeräuschen unter Umständen die MdE heraufsetzt.

2.4 Ein- und Ausschlußkriterien

Folgende Bedingungen mußten die Untersuchten erfüllen, um bei der weiteren Auswertung berücksichtigt zu werden :

a) Es lag auf mindestens einem Ohr eine reine Lärmschwerhörigkeit vor. Das hieß im einzelnen : Die arbeitstechnischen Voraussetzungenfür die Entstehung einer Lärmschwerhörigkeit waren gegeben. Der Beurteilungspegel bei der Arbeit überstieg 85 dB(A). Jahrelanges Arbeiten unter diesen Bedingungen war erfolgt.Eine Schallempfindungsschwerhörigkeit vom Haarzelltyp war nachweisbar.

b) Das Alter der Probanden durfte 65 Jahre nicht überschreiten.

c) Der prozentuale Hörverlust auf einem Ohr betrug nach der Tabelle von RÖSER (1973) mindestens 20 %.

d) Die anamnestischen Angaben und die Meßdaten waren vollständig.

3. Ergebnisse

Von den insgesamt 382 erfaßten Gutachtenpatienten genügten 69 den oben geforderten Bedingungen nicht. Sie schieden von der weiteren Bearbeitung aus.
Im einzelnen verteilten sich die nicht berücksichtigten Fälle wie folgt :
Bei 29 Patienten lag keine reine Lärmschwerhörigkeit vor. (19 Männer wiesen einen kombinierten Hörschaden auf.In vier Fällen fand sich eine reine Schalleitungsschwerhörigkeit. Bei 6 Begutachteten wurde ein retrokochleärer Prozeß diagnostiziert.)
14 Probanden hatten das 65. Lebensjahr überschritten.
15 Patienten zeigten einen wenig ausgeprägten Hörverlust.
In 11 Fällen lagen unvollständige Angaben oder Meßdaten vor.

Für die weitere Bearbeitung und Auswertung blieben 313 Probanden (= 100 %) übrig.
Von diesen verteilten sich 104 auf Untersucher I und 209 auf Untersucher II.

3.1 Aufschlüsselung des Kollektivs nach Alter und Blutdruckverhalten

Das Durchschnittsalter aller begutachteten lärmschwerhörigen Patienten, welche die Einschlusskriterien erfüllten (n = 313), belief sich auf 52,6 Jahre.
Die exakten Aufteilungen nach Alter und Blutdruck zeigen die Histogramme der untenstehenden Abbildung.

Rund 80 % der Untersuchten waren zwischen 46 und 60 Jahre alt.
Das Hauptkontingent stellte die Gruppe der 51-55jährigen.
Das Alter rangierte von 26 bis 65 Jahre.

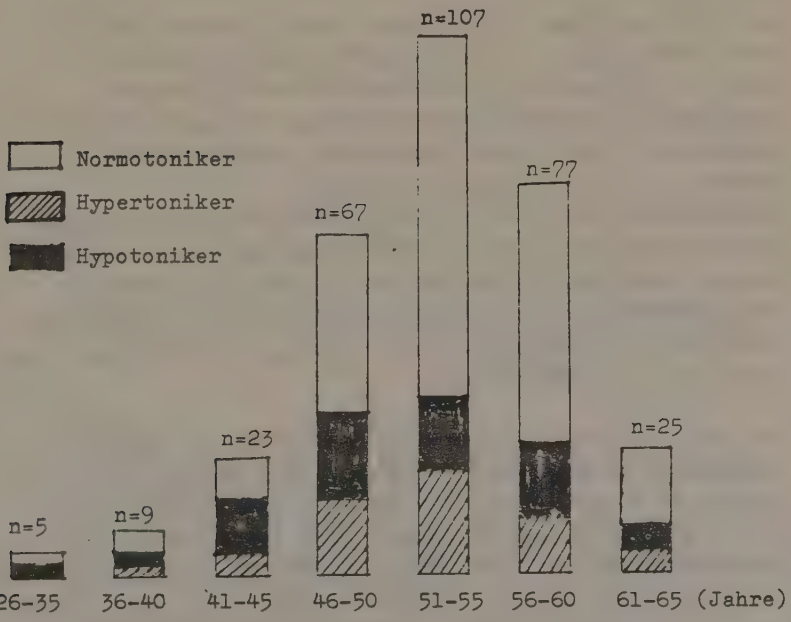


Abb.6 Altersverteilung des Kollektivs, aufgeschlüsselt in Normo-, Hyper- und Hypotoniker

Bei der Einteilung der Probanden hinsichtlich ihres Blutdruckverhaltens in die Kategorien hyperton
normoton
und hypoton wurden folgende Bedingungen zugrunde gelegt :

Nach der Definition der Weltgesundheitsorganisation(WHO) gelten jene Menschen als Hypertoniker, bei denen der Blutdruck einen systolischen Wert von 160 mm Hg oder einen diastolischen Druck von 95 mm Hg übersteigt. Das Alter bleibt unberücksichtigt.
In dieser Studie wurden alle Patienten als Hypertoniker eingestuft, die diese Kriterien erfüllten, und jene, die angaben, unter antihypertensiver Therapie zu stehen (unabhängig vom gemessenen Wert).

Das Kriterium hypoton (bzw. Grenzbereich normaler Blutdruck/hypoton) galt als erfüllt, wenn der systolische Druck 110 Millimeter Quecksilbersäule nicht überstieg. Probanden, die am Tage der Untersuchung Antihypotonika eingenommen hatten, wurden ebenfalls - unabhängig vom Meßwert - dieser Kategorie zugeordnet.
Ferner schien es sinnvoll, auch jene Männer als Hypotoniker zu bezeichnen, die angaben, unter niedrigem Blutdruck zu leiden, Symptomatik aufwiesen und aufgrund der Aktenlage eine zeitweilige Arbeitsunfähigkeit wegen einer Hypotonie vorweisen konnten.
Dies traf in 10 Fällen zu.

Das Kontingent der Hypotoniker wurde weiterhin nach der Ausprägung des Hypotonus ($\leq$110 mm Hg,$\leq$105 mm Hg, $\leq$100 mm Hg; $<$100 mm Hg systolisch) in Untergruppen aufgeteilt.
Die Grenzziehung zwischen normotonem und hypotonem Blutdruckverhalten fand allein über den systolischen Wert statt.
Auch hier blieb das Alter unberücksichtigt.

Die restlichen Blutdruckwerte galten als normoton. Dem Grenzbereich der WHO (zwischen 140 und 160 mm Hg syst.) kam keine Relevanz zu.

Die folgenden Tabellen vermitteln einen Überblick über die gewonnenen Ergebnisse.
Weitere Informationen sind den Anmerkungen zu entnehmen.

Entsprechend den neuen Bestimmungen wurde für die Dimension des "Druckes" zusätzlich "Kilopascal" gewählt.
Die Drucke in der SI-Einheit gingen durch Umrechnung über den Faktor 0,133 aus den in mm Hg ermittelten Werten hervor.

Blutdruck	Anzahl der Probanden n = 313 absolut	%	$\overline{RR}_{syst.}$ (Standardabweichung) mm Hg / kPa	$\overline{RR}_{diast.}$ mm Hg / kPa
normoton	188	60,1	133,5(12,1) / 17,8	82,7 (6,9) / 11,0
hyperton[1]	56	17,9	163,6(14,2) / 21,8	102.9 (8,3) / 13,7
hypoton [2]	69	22,0		

Tab.2 Blutdruckverhalten von 313 Probanden

Anmerkungen :

1) 18 Patienten waren medikamentös gut eingestellt. $\overline{RR}$ lagen 38 Messungen zugrunde.
2) 5 Männer standen unter blutdruckhebender Therapie. 10 weitere zeigten bei beiden Messungen ein normotones Blutdruckverhalten. Doch sprachen die Unterlagen, die Arbeitsunfähigkeit wegen Hypotonie bescheinigten, die ausgeprägte Symptomatik und die Anamnese für einen Hypotonus. Ferner konnten diese Probanden konkrete hypotone Werte nennen. Eine Mittelwertbetrachtung dieser Gruppe wurde nicht vorgenommen.

Die Verteilung der Hypotoniker in die einzelnen Untergruppen geht aus der untenstehenden Übersicht hervor.

Blutdruck	Anzahl der Probanden n = 313 absolut	%	$RR_{syst.}$ (Standardabweichung) mm Hg / kPa	$RR_{diast.}$ (Standardabweichung) mm Hg / kPa
hypoton 1) ≤ 110 mm Hg	59	18,8	104,7 (6,0) / 13,9	73,3 (5,5) / 9,8
hypoton ≤ 105 mm Hg	31	9,9	100,8 (5,2) / 13,4	71,3 (5,3) / 9,5
hypoton ≤ 100 mm Hg	18	5,8	97,8 (4,9) / 13,0	70,8 (5,8) / 9,4
hypoton < 100 mm Hg	5	1,6	92,0 (6,7) / 12,3	71,0 (4,2) / 9,4

Tab.3 Aufteilung der Hypotoniker in Untergruppen

1) Hier sind die Probanden aufgeführt, die einen Blutdruck von ≤110 mm Hg systolisch oder unter antihypotensiver Therapie einen Normotonus aufwiesen. Dies traf bei 5 Patienten zu. $\overline{RR}$ basiert auf 54 Messungen.
Diese 18,8 % dienen als Vergleichswerte für die spätere Auswertung.

Als durchschnittlicher[2] Blutdruckwert aller 313 Probanden fand sich 132,3 ± 19,8 / 83,5 ± 10,7 mm Hg.
Das entspricht 17,6 / 11,1 kPa.

---

2) Unter Durchschnittswert oder Mittelwert ist hier wie in allen weiteren Berechnungen das arithmetische Mittel zu verstehen.

Maßgebend für die Berechnung dieses Wertes und Einordnung in eine der Gruppen (normoton, hyperton, hypoton) war immer die niedrigere der beiden (Sitzwert / Stehwert) gemessenen Druckkonstellationen.

Über die Formel "Mitteldruck" = diastolischer Druck + 1/3 Amplitude (SIEGENTHALER et alii 1975) läßt sich der gesuchte Wert auffinden.

Der Mittelwert des im Sitzen gefundenen Blutdrucks (n = 313) belief sich auf 135,7 ± 19,7 / 84,9 ± 10,5 mm Hg.
Der Durchschnittswert im Stehen lautete :

134,8 ± 21,0 / 86,8 ± 11,5 mm Hg.

Die Differenz ist gering, eine durch die orthostatische Reaktion bedingte geringfügige Einengung der Amplitude angedeutet.

Die Spannweite des systolischen Druckes wies Werte von 220 bis 80 mm Hg, die des diastolischen Druckes von 130 bis 55 mm Hg auf.

Das Durchschnittsalter aller Hypotoniker betrug 50,5 ± 7,4 Jahre (n = 69).
Die Männer mit hypertoner Ausgangslage (n = 56) waren im Mittel 53,2 ± 5,5 Jahre alt.

Bei 17,9 % der Probanden fiel ein Hypertonus auf. Dieses Ergebnis entspricht bekannten Angaben zur Prävalenz der Hypertonie (z.B. JAHNECKE 1974, S. 28).
18,8 % der Untersuchten wiesen hypotone Werte (≤110 mm Hg) auf oder standen unter antihypotensiver Therapie.
Bei mehr als der Hälfte der letztgenannten lag der systolische Druck bei 105 mm Hg oder weniger(9,9 %).

Bei der Frage, ob Hypotoniker unter Lärmschwerhörigen vermehrt anzutreffen sind, wird auf dieses Ergebnis zurückgegriffen.

3.2 Ergebnisse der orthostatischen Belastung

46 der 313 Probanden (= 14,7 %) zeigten orthostatische Regulationsstörungen.
Als Indikator für die Dysregulation galt (vgl. S.18) : Bei Gegenüberstellung und Vergleich der beiden Blutdruckbestimmungen, die einmal im Sitzen und einmal im Stehen vorgenommen wurden, zeigten sich Veränderungen von mindestens 25 mm Hg, d. h. die Summe der absoluten Änderung von systolischem und diastolischem Blutdruck erreichte diese Größenordnung.
Die Messung des dritten Parameters,der Herzfrequenz, wurde nicht vorgenommen. Diese Unterlassung ist für die Fragestellung der Studie ohne Relevanz.

Bei Verwendung des von THULESIUS (1975) angegebenen Schemas (S. 18) lassen sich diese 46 Probanden wie folgt den einzelnen Reaktionstypen zuordnen :

Reaktionsweise	Anzahl der Probanden n = 46
hyperton	21
sympathikoton	13
asympathikoton oder vasovagal	12

Tab.4 Aufschlüsselung der Probanden mit Kreislaufregulationsstörungen nach dem Reaktionstypus

Nur die beiden zuletzt aufgeführten Regulationsstörungen gehen mit einem Abfall des systolischen Blutdrucks einher. 25 Patienten mußten in diese Gruppen eingeordnet werden. Darunter befanden sich 8 Probanden mit niedrigem Blutdruck,

deren hypotone Kreislauflage durch die orthostatische Belastung eine Akzentuierung erfuhr.

Bei 16 Männern zeigte sich erst durch den modifizierten "Schellong-Test" im Stehversuch eine hypotone Kreislaufsituation. Der Sitzwert erwies sich als normoton. Der Abfall des systolischen Druckes war allerdings nicht gravierend ausgeprägt (↓ 13,1 ± 5,7 mm Hg, n = 16). In keinem Fall mußte der Stehversuch abgebrochen werden.

3.2.1 Diskussion

Kreislaufregulationsstörungen sind häufig und in jedem Lebensalter anzutreffen.
LANG und Mitarbeiter (1975) fanden bei 25 % der Bewohner von Altenheimen nachweisbare Beeinträchtigungen.
MUTH und JANSEN (1980) teilten ähnliche Zahlen mit (21 %).
CHRISTIAN (1977) berichtete von Musterungsuntersuchungen der US-Armee, bei denen Häufigkeiten von 13,3 % festgestellt wurden.
Die Auswertung eines Fragebogens ergab, daß von 466 Studenten beiderlei Geschlechts rund 22 % unter der Frühform der orthostatischen Regulationsstörung in Form von "Schwarzwerden oder Flimmern vor den Augen unmittelbar nach Lageänderung" litten.
4 % klagten über Beeinträchtigungen nach längerem Stehen (JARMATZ et alii 1976).

Ferner gilt zu bedenken, daß viele Kreislaufregulationsstörungen nicht erfaßbar und objektivierbar sind, obwohl die Anamnese solche erwarten ließe (HAUSEN 1976).
Eine Erklärung hierfür bietet die Tatsache, daß die erste Phase der orthostatisch bedingten Kreislaufreaktion mit der indirekten Methode der Blutdruckmessung nicht nachweisbar ist(JARMATZ et alii 1976).
Die gefundenen 14,7 % fügen sich zwanglos in den Rahmen der zitierten Arbeiten ein.

3.3 Das Vergleichskollektiv

Um die gefundenen Ergebnisse zur Prävalenz der Hypotonie unter den lärmschwerhörigen Patienten vergleichen zu können und nicht nur auf Literaturangaben zurückgreifen zu müssen, wurde das Blutdruckverhalten eines Vergleichskollektivs ermittelt.

Diese Kontrollgruppe lärmexponierter Männer ohne nennenswerten Hörverlust rekrutierte sich aus einem Teil der Beschäftigten eines großen Chemiebetriebes im Kreis Recklinghausen.
Im Rahmen einer Vorsorgeuntersuchung, deren Durchführung aufgrund der "Unfallverhütungsvorschrift Lärm" vom 1.12. 1974 für den Arbeitgeber verpflichtend ist, wurden die Hörschwellenverläufe von mehr als 1ooo lärmexponierten Männern bestimmt. Zusätzlich erfolgte die Messung des Blutdrucks, sofern bei den Probanden durch die tonaudiometrische Untersuchung ein normales oder nahezu normales Hörvermögen festgestellt wurde. Es galt: Die Hörverluste durften in den Frequenzen bis 4ooo Hz 2o dB und in den höheren Frequenzen 3o dB nicht überschreiten.

Die Aufzeichnung des Tonaudiogramms für Luftleitung erfolgte mit dem Gerät T 31 - o1 der Firma Siemens in den Frequenzen o,5, 1, 2, 3, 4, 6 und 8 kHz.
Der Blutdruck wurde im Sitzen und Stehen elektronisch (Metronik B - 7ooo) kontrolliert. Das genaue Vorgehen entsprach den bereits beschriebenen (S. 19f) Bedingungen. Diese zusätzliche Bestimmung des Blutdruckes wurde ohne Ausnahme und Auswahl bei allen Männern, die im Zeitraum von Oktober 198o bis Dezember 1981 audiometrisch überwacht wurden und ein normales Hörvermögen aufwiesen, durchgeführt.
Ferner machten die Untersuchten Angaben, ob sie unter blutdruckwirksamer Therapie standen.
Eine kreislaufbezogene Anamnese wurde nicht erhoben.
Eine in den Aufgaben geschulte Krankenschwester führte die tonaudiometrischen Messungen und die Blutdruckbestimmungen durch.

Sie wußte nicht von der genauen Zielsetzung.

3.3.1 Ergebnisse:

Insgesamt flossen die Werte von 194 Probanden in diese Vergleichsstudie ein.
Das Durchschnittsalter belief sich auf 41,3 ± 6,3 Jahre.
Der mittlere Blutdruck lag bei 128,o ± 15,2 / 79,4 ± 1o,o mm Hg (n = 194). Dies entspricht 17,1 / 1o,6 kPa.

Die Ergebnisse gehen im einzelnen aus der untenstehenden Übersicht hervor.

	Anzahl n = 194		mittlerer Druck mit Standardabweichung mm Hg / kPa	
	absolut	%	syst.	diast.
Normotoniker	142	73,2	129,1 ± 9,63	8o,3 ± 5,8
			17,2	1o,7
Hypertoniker >16o mm Hg syst. und/oder >95 mm Hg diast.	19	9,8	156,8 ± 12,6	98,5 ± 6,1
			2o,9	13,1 für $\overline{RR}$ n = 17[1)]
Hypotoniker ≤11o mm Hg	33	17,o	1o7,6 ± 4,2	65,3 ± 4,8
			14,3	8,7

1) 2 Hypertoniker waren medikamentös gut eingestellt

Hypotoniker ≤1o5 mm Hg	12	6,2	1o3,3 ± 4,4	61,7 ± 2,5
			13,7	8,2

Tab. 5 Ergebnisse des Vergleichskollektivs

Die Spannweite des systolischen Druckes erreichte Werte zwischen 185 und 9o, die des diastolischen Druckes Größen von 55 bis 115 mm Hg.

Die ermittelten Häufigkeiten zur Hypotonie (17% unter Zugrundelegung eines Grenzwertes von ≤ 11o mm Hg bzw. 6,2% unter Berücksichtigung von Werten ≤ 1o5 mm Hg) dienen als Vergleichszahlen bei statistischer Überprüfung auf signifikante Unterschiede.

Das Durchschnittsalter aller Hypotoniker (≤ 11o mm Hg, n = 33) entsprach mit 41,3 Jahren dem der gesamten Kontrollgruppe.

Die geringer ausgeprägte Prävalenz der Hypertoniker (9,8%) gegenüber der ersten Klientel (17,9%) läßt sich zwanglos mit dem um 11 Jahre geringeren mittleren Alter der Untersuchten erklären.

Mit dem χ^2 - Unabhängigkeitstest[1] für Kontingenztafeln werden die Ergebnisse miteinander verglichen.
Dieses Vorgehen ist zulässig: Die Gruppen sind vergleichbar. Lediglich das Durchschnittsalter differiert wesentlich: (begutachtete Lärmschwerhörige: 52, 6 Jahre - Vergleichskollektiv: 41,3 Jahre). Es ist allerdings nicht zu erwarten, daß die Anzahl der Hypotoniker mit dem Alter ansteigt.

Die zweiseitige Fragestellung lautet:
Unterscheiden sich die beiden Kollektive hinsichtlich der Prävalenz des niedrigen Blutdrucks signifikant voneinander?

Der Test wird zweimal durchgeführt. Im ersten Fall definieren systolische Werte von ≤ 11o mm Hg den Hypotoniker.

---

1) Ausführliche Angaben zu den Testverfahren befinden im Anhang (Seite 76).

	Hypotoniker RR ≤ 11o mm Hg	Übrige
Begutachtete Lärmschwerh. n = 313	59 (18,8%)	254
Vergleichsgruppe n = 194	33 (17%)	161

Tab. 6 Prävalenz der Hypotonie (≤ 11o mm Hg) bei Lärmschwerhörigen und Kontrollgruppe

Die Zahlenangaben und insbesondere die Prozentwerte lassen ein sehr niedriges $\hat{\chi}^2$ erwarten. In der Tat ergibt sich für den ersten Vergleich ein $\hat{\chi}^2$ - Wert von o,27.
Für die $\hat{\chi}^2$ - Verteilung mit einem Freiheitsgrad lautet der Schwellenwert 3,84 (α = o,o5). Der errechnete $\hat{\chi}^2$ - Wert o,27 liegt deutlich unter diesem Schwellenwert. Es besteht daher kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kollektiven.

Beim zweiten Vergleich wird der kritische Grenzwert um 5 mm Hg nach unten verändert. Nun ist der Hypotoniker durch einen systolischen Blutdruck von ≤ 1o5 mm Hg definiert.

Die hierdurch resultierenden neuen Daten gehen aus der Tabelle der folgenden Seite hervor.

	Hypotoniker RR ≤ 1o5 mm Hg	Übrige
Begutachtete Lärmschwerh. n = 313	31 (9,9%)	282
Kontrolle n = 194	12 (6,2%)	182

Tab.7 Prävalenz der Hypotonie (≤ 1o5 mm Hg) bei Lärmschwerhörigen und Kontrollgruppe

Der Anteil der Hypotoniker bei unter den begutachteten Lärmschwerhörigen liegt mit 9,9 % deutlich über dem der Kontrolle (6,2 %).
Die Berechnung des $\hat{\chi}^2$ - Wertes ergibt 2,13. Auch dieser Zahlenwert liegt unter dem tabellierten Schwellenwert von 3,84. Somit besteht auch zwischen diesen beiden Kollektiven kein signifikanter Unterschied (zweiseitige Fragestellung, 1 Freiheitsgrad, α = o,o5).

Hypotoniker, definiert durch einen systolischen Wert von 11o oder 1o5 mm Hg, sind unter den begutachteten Lärmschwerhörigen nicht überrepräsentiert.

3.4 Die Auswertung der Tonschwellenaudiogramme [1)]

Im folgenden soll der Frage nachgegangen werden, ob unter den lärmschwerhörigen Patienten solche mit einer hypotonen Kreislauflage oder hypotonen Regulationsstörungen einen durchschnittlich größeren Hörverlust im Tonschwellenaudiogramm aufweisen als die Normotoniker.

Auch wenn es für die Zielsetzung und Fragestellung dieser Studie nur von sekundärer Bedeutung ist, soll dennoch für die Patienten mit einer Hypertonie eine ähnliche Betrachtung stattfinden,
Die Unterlagen und Meßdaten liegen vor, die Gegenüberstellung erscheint nicht uninteressant.

Die Tonaudiogramme von 104 Patienten werden in allen neun Testfrequenzen überprüft. Bei diesen Probanden handelt es sich ohne Ausnahme und auswahllos um die Gutachtenfälle eines Untersuchers.
Unter Berücksichtigung der oben angegebenen Kriterien (S.26) fallen in die Kategorie der Hypertoniker 20 Patienten.
27 Probanden weisen einen niedrigen Blutdruck auf (systolischer Druck $\leq$ 110 mm Hg), stehen unter antihypotensiver Therapie oder müssen aufgrund der Aktenlage und Anamnese als Hypotoniker eingestuft werden.
Der Rest des Kollektivs (57 Patienten) zeigt ein normotones Blutdruckverhalten.

---

1) Lediglich die Luftleitung findet Berücksichtigung

3.4.1 Vergleich: rechtes Ohr - linkes Ohr

Es erscheint zunächst sinnvoll und notwendig zu überprüfen, ob die Hörverluste von rechtem und linkem Ohr in den gemessenen neun Frequenzen signifikant voneinander abweichen [1], oder ob es statthaft ist, rechte und linke Ohren gemeinsam als ein einheitliches Kollektiv zu betrachten.

Zur Klärung dieser Frage kann der Vorzeichentest wertvolle Hilfe leisten:

Die Hörverluste des rechten und linken Ohres - gemessen in Dezibel auf 5 dB genau - werden in jeder Testfrequenz gegenübergestellt, verglichen und dann einer der drei Gruppen zugeordnet :

a) der Hörverlust des rechten Ohres ist größer als der des linken [2]

b) der Hörverlust des rechten Ohres ist kleiner als der des linken [2]

c) die Hörverluste von rechtem und linkem Ohr unterscheiden sich nicht

Auf diese Weise kommen insgesamt 96 Ohrenpaare zum Vergleich. (8 Patienten weisen auf einem Ohr zusätzlich eine nicht lärmbedingte Schädigung auf.)

Die Ergebnisse dieser Gegenüberstellung zeigt die Tabelle auf der folgenden Seite.

---

1) DRETTNER et alii (1975) z.B. fanden das linke Ohr häufiger beeinträchtigt.
2) Die Größe des Unterschiedes ist irrelevant.

Frequenz	Hörverlust re > li	re < li	re = li	Summe
125 Hz	2o	23	53	96
250 Hz	18	22	56	96
5oo Hz	2o	18	58	96
1ooo Hz	26	2o	5o	96
2ooo Hz	25	22	49	96
3ooo Hz	38	24	34	96
4ooo Hz	29	31	36	96
6ooo Hz	26	39	31	96
8ooo Hz	21	39	36	96

Tab.8 Vergleich des Hörverlustes von rechtem und linkem Ohr in 9 Testfrequenzen

Auf den ersten Blick zeigt sich bereits, daß die Spalte rechts = links sehr stark besetzt ist, und daß bei rechts> links und rechts < links keine einheitliche Tendenz besteht. Die Bevorzugung einer Seite ist kaum zu erwarten.
Es erfolgt dennoch die statistische Absicherung dieser Vermutung.

Die kritischen Werte beim Vorzeichentest sind bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0{,}05$ nachstehend angegeben. Außerhalb der Schranken besteht signifikanter Unterschied.

Hz	n	Schranken		Ergebnis
125	43	15	28	20 und 23 innerhalb
250	40	14	26	18 und 22 innerhalb
500	38	13	25	18 und 20 innerhalb
1000	46	16	30	20 und 26 innerhalb
2000	47	17	30	22 und 25 innerhalb
3000	62	23	39	24 und 38 innerhalb
4000	60	22	38	29 und 31 innerhalb
6000	65	25	40	26 und 39 innerhalb
8000	60	22	38	21 und 39 außerhalb

Tab. 9 Ergebnisse des Vorzeichentests

Lediglich bei 8000 Hertz weichen rechtes und linkes Ohr signifikant voneinander ab ($\alpha = 0{,}05$). Bei $\alpha = 0{,}01$ ist kein signifikanter Unterschied nachweisbar.
Linke und rechte Ohren werden nunmehr bei dieser und auch den folgenden Gegenüberstellungen summarisch betrachtet.

3.4.2 Vergleich der Hörschwellenverläufe

Die Höreinbußen in allen 9 Frequenzen von Hypertonikern, Normotonikern und Hypotonikern (≤ 110 mm Hg systolisch) [1] werden vergleichend gegenübergestellt.
Die Ergebnisse gehen aus der folgenden Übersicht hervor.

Frequenz (Hz)	Hypertoniker 20 Probanden Anzahl der Ohren n = 40		Normotoniker 57 Probanden Anzahl der Ohren n = 108		Hypotoniker 27 Probanden Anzahl der Ohren n = 52	
	mittlerer Hörverlust ($\bar{x}$) in dB und Standardabweichung (s)					
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
125	19,9	(8,6)	17,5	(6,5)	16,4	(6,0)
250	17,4	(9,6)	16,3	(6,4)	14,5	(5,7)
500	17,9	(10,4)	16,2	(6,8)	14,4	(6,5)
1000	23,9	(13,4)	20,4	(10,0)	18,6	(9,5)
2000	44,0	(15,2)	42,1	(14,6)	39,1	(19,5)
3000	61,4	(13,5)	60,4	(12,1)	57,1	(15,5)
4000	67,0	(14,6)	66,1	(12,0)	65,6	(14,7)
6000	71,0	(18,0)	67,7	(14,2)	67,6	(17,1)
8000	68,0	(22,6)	64,4	(17,3)	61,8	(22,1)

Tab. 10 Gegenüberstellung der mittleren Hörverluste von Hyper-, Normo- und Hypotonikern

---

1) Auf eine gesonderte Betrachtung der Hörschwellenverläufe der Probanden mit einem Hypotonus ≤105 mm Hg wird verzichtet. Die Gruppe ist mit n=11 zu schwach besetzt.

3.4.3 Berücksichtigung des Altershörverlustes

Das Durchschnittsalter aller 104 Probanden beläuft sich auf 52 Jahre.
Das mittlere Alter der Normotoniker beträgt 53, das der Hypotoniker 50 Jahre.
Die 20 Patienten mit einer Hypertonie sind im Durchschnitt 52 Jahre alt.
Es handelt sich bei den Altersangaben um gerundete Werte.

Die Differenzen sind nur wenig ausgeprägt, doch erscheint die Berücksichtigung des zu erwartenden Altershörverlustes gerechtfertigt, bevor die Ergebnisse auf signifikante Unterschiede überprüft werden.

SCHMIDT (1967) gibt in einer tabellarischen Auflistung den durch Presbyakusis zu erwartenden Hörverlust (dB) an :

Alter (Jahre)	Testfrequenzen (kHz)					
	1	2	3	4	6	8
50	4	8	14	18	21	21
51	5	8	15	19	22	22
52	5	9	16	20	23	24
53	5	9	17	21	24	25
54	6	10	18	22	26	26

Tab.11 Altershörverlust bei Männern (SCHMIDT 1967, Auszug)

Die gefundenen mittleren Hörverluste der drei Gruppen werden nunmehr auf das Gesamtdurchschnittsalter der 104 Probanden von 52 Jahren durch Berücksichtigung des Presbyakusisfaktors normiert.

Bei den Normotonikern werden in den Frequenzen 3, 4, 6 und 8 kHz 1 Dezibel von den ermittelten Werten subtrahiert.

Bei den Hypotonikern, die im Durchschnitt 2 Jahre jünger als das Gesamtkollektiv sind, werden bei 1 und 2 kHz 1 dB, bei 3000, 4000 und 6000 Hertz 2 dB und schließlich bei 8 kHz 3 Dezibel aufgeschlagen.
Die Meßdaten der Hypertonikergruppe bleiben unverändert.

Die derart modifizierten mittleren Hörverluste (S. 44 f) bestimmen das Bild der Tonaudiogramme (S. 46 f) und dienen als Grundlage für die weitere statistische Auswertung.

Man ist leicht geneigt, den gering ausgeprägten Differenzen keine Bedeutung beizumessen.
Bei dem Vergleich Normotoniker - Hypotoniker ist der Unterschied mit 2,9 dB bei 6000 Hz am deutlichsten.

Der etwas stärker ausgeprägte Hörverlust der Normotoniker in den unteren und mittleren Frequenzen verliert sich bei etwa 3000 Hertz. In den hohen Frequenzen weisen die Hypotoniker einen etwas größeren Hörverlust auf.
Nennenswerte Abweichungen zwischen beiden Kurven bestehen nicht. Sie sind nahezu deckungsgleich.

Der Hörschwellenverlauf der Hypotoniker zeigt in den tiefen Frequenzen einen Hörverlust von rund 15 dB.
In den mittleren Frequenzen setzt der Abfall ein, der sich kontinuierlich fortsetzt, bei 2000 Hz 40 dB erreicht und den maximalen Hörverlust bei 6 kHz aufweist. Eine Hochtonsenke ist angedeutet.

Etwas anders stellen sich die Verhältnisse bei der Gegenüberstellung der Hörverluste von Normotonikern und Hypertonikern dar.
Bei diesem Vergleich liegt der mittlere Hörverlust der lärmschwerhörigen Patienten, die zusätzlich einen Hypertonus auf-

weisen, in allen Frequenzen über dem der Vergleichsgruppe der Normotoniker.
Die Differenzen betragen zwischen 1,1 dB bei 250 Hertz und 4,6 dB bei 8 kHz.
Auch diese Differenzen bewegen sich noch im Rahmen meßtechnischer Schwankungsbreite dieses Untersuchungsverfahrens. Allerdings scheint sich eine Tendenz abzuzeichnen.

3.4.4 Statistische Absicherung durch den t-Test

Mit Hilfe des t-Testes wird dennoch für jede einzelne Frequenz überprüft, ob signifikante Unterschiede zwischen dem Hörverlust der Hypotoniker und Normotoniker sowie zwischen letzteren und Hypertonikern resultieren.

Frequenz	Normotonus n = 108	Hypotonus n = 52	$\hat{t}$	Signifikanz $\alpha = 0,05$
Hz	$\bar{x}$ (dB) s	$\bar{x}$ (dB) s		n.s. = nicht signifikant
125	17,5 ± 6,5	16,4 ± 6,0	0,97	n.s.
250	16,3 ± 6,4	14,5 ± 5,7	1,74	n.s.
500	16,2 ± 6,8	14,4 ± 6,5	1,57	n.s.
1000	20,4 ± 10,0	19,6 ± 9,5	0,52	n.s.
2000	42,1 ± 14,6	40,1 ± 19,5	0,70	n.s.
3000	59,4 ± 12,1	59,1 ± 15,5	0,11	n.s.
4000	65,1 ± 12,0	67,6 ± 14,7	1,15	n.s.
6000	66,7 ± 14,2	69,6 ± 17,1	1,13	n.s.
8000	63,4 ± 17,3	64,8 ± 22,1	0,42	n.s.

Tab.12 Gegenüberstellung der alterskorrigierten mittleren Hörverluste von Normo- und Hypotonikern und berechnete $\hat{t}$-Werte

Frequenz	Normotonus n = 108	Hypertonus n = 40	$\hat{t}$	Signifikanz $\alpha = 0,05$
(Hz)	$\bar{x}$ (dB) s	$\bar{x}$ (dB) s		n.s.=nicht signifikant
125	17,5 ± 6,5	19,9 ± 8,6	1,80	n.s.
250	16,3 ± 6,4	17,4 ± 9,6	0,76	n.s.
500	16,2 ± 6,8	17,9 ± 10,4	1,15	n.s.
1000	20,4 ± 10,0	23,9 ± 13,4	1,70	n.s.
2000	42,1 ± 14,6	44,0 ± 15,2	0,70	n.s.
3000	59,4 ± 12,1	61,4 ± 13,5	0,83	n.s.
4000	65,1 ± 12,0	67,0 ± 14,6	0,82	n.s.
6000	66,7 ± 14,2	71,0 ± 18,0	1,52	n.s.
8000	63,4 ± 17,3	68.0 ± 22,6	1,31	n.s.

Tab.13 Gegenüberstellung der alterskorrigierten mittleren Hörverluste von Normo- und Hypertonikern und berechnete $\hat{t}$-Werte

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ lautet bei zweiseitiger Fragestellung (Anzahl der Freiheitsgrade $k > 120$) der Tafelwert 1,98.
In keinem Fall ist ein errechnetes $\hat{t}$ größer, d. h. es besteht in keiner Frequenz ein signifikanter Unterschied.

Hypotoniker weisen keinen stärkeren Hörverlust auf.

3.4.5 Die Tonaudiogramme

Die folgenden Seiten zeigen die Hörschwellenverläufe der drei Gruppen.

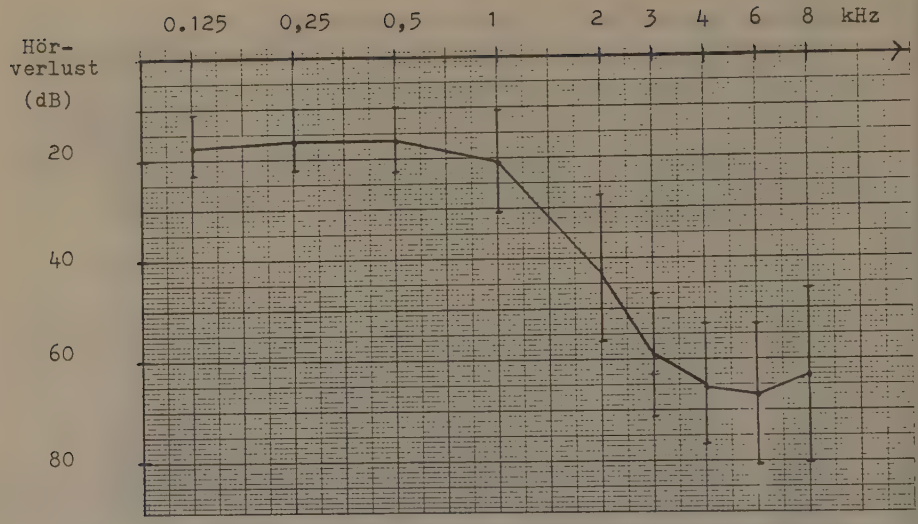


Abb.7 durchschnittlicher Hörschwellenverlauf der Normotoniker (Anzahl der Ohren n= 108) (alterskorrigiert)

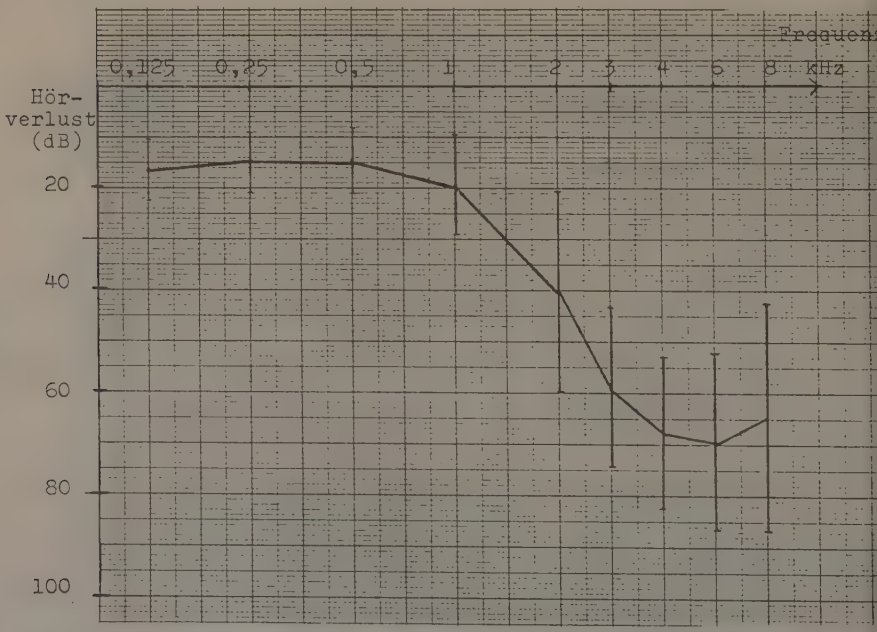


Abb.8 durchschnittlicher Hörschwellenverlauf der Hypotoniker (Anzahl der Ohren n = 52) (alterskorrigiert)

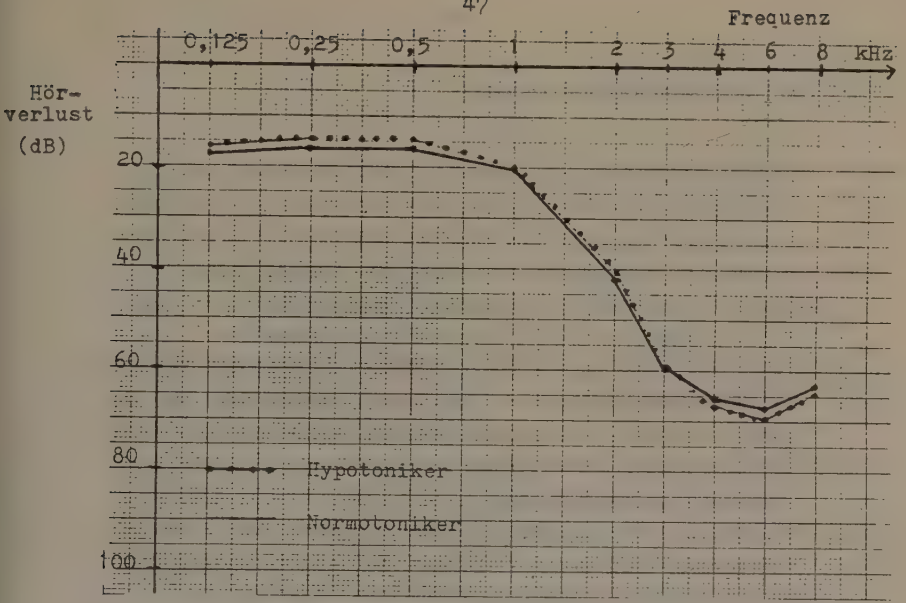


Abb.9 direkter Vergleich der Hörschwellenkurven von Normotonikern (Anzahl der Ohren n = 108) und Hypotonikern (Anzahl der Ohren n = 52) (alterskorrigiert)

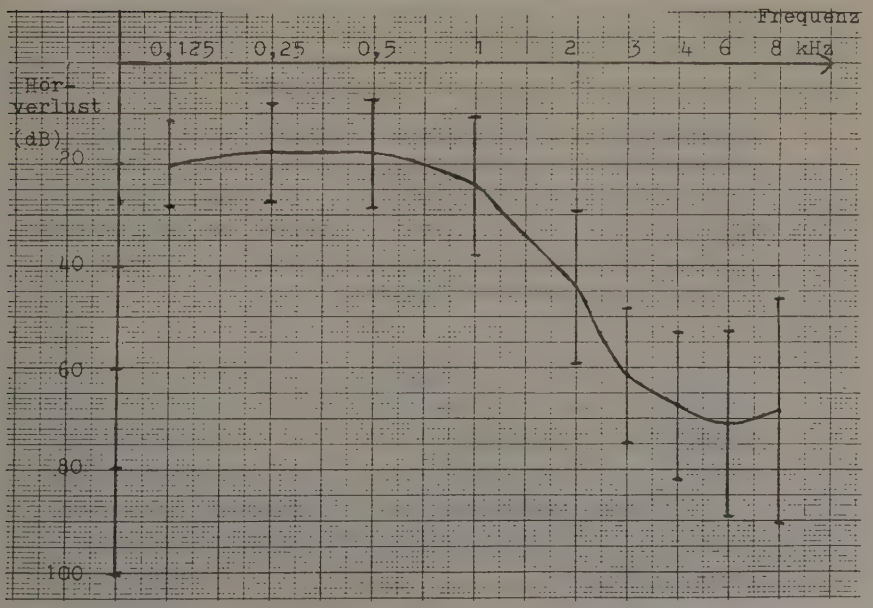


Abb.10 durchschnittlicher Hörschwellenverlauf der Hypertoniker (Anzahl der Ohren n = 40)

3.5 Der prozentuale Hörverlust

Die Ermittlung des prozentualen Hörverlustes erfolgt über die bekannten Tabellen von BOENNINGHAUS und RÖSER (1973) bzw. RÖSER (1973). Beide Tabellen befinden sich im Anhang. Die Berücksichtigung der Hörverluste (dB) bei 1ooo und 3ooo Hz im Tonaudiogramm führt zu einem festgelegtem Wert, dem prozentualen Hörverlust.
Die Bestimmung des analogen Wertes aus dem Sprachaudiogramm orientiert sich an den beiden Parametern Hörverlust in dB bei den Zahlwörtern und Gesamtwortverstehen. (Der Abstand zwischen ermittelter Hörverlustkurve (bei 5o %iger Verständlichkeit) und Normkurve ergibt den Hörverlust für Zahlwörter. Die dimensionslose Größe "Gesamtwortverstehen" errechnet sich aus der Addition des Einsilberhörvermögens bei einem Sprachpegel von 6o, 8o und 1oo dB).
Die Angabe des Hörverlustes in Prozent bzw. die verbale Beschreibung des Schwerhörigkeitgrades erweisen sich als sinnvoll, da aus diesen Größen direkt auf die MdE geschlossen werden kann.

3.5.1 unter Berücksichtigung des Tonaudiogramms

Zunächst soll auf die Frage eingegangen werden: Unterscheiden sich die Mittelwerte des prozentualen Hörverlustes im Tonschwellenaudiogramm - abgelesen aus der Tabelle, welche die mittleren Frequenzen berücksichtigt, - von Hypertonikern und Probanden mit hypotoner Ausgangslage von denen der Normotoniker?

Die Tabelle 14 auf der nächsten Seite zeigt, wie sich die Hörverluste - ausgedrückt in Prozent - auf die einzelnen Klassen verteilen.
Rund 7o% der Daten siedeln sich in den Gruppen 25 - 45% an. In diesem Bereich läßt sich folglich der Mittelwert erwarten. Die Werte der Hyper- und Hypotoniker streuen etwas stärker.

Hörverlust in %	normoton n=366	hyperton n=109	≤110 mm Hg hypoton n=131	≤105 mm Hg hypoton n=59	≤100 mm Hg hypoton n=34
1o	2	—	—	—	—
15	4	2	3	—	1
2o	26	7	19	11	9
25	56	13	28	1o	7
3o	53	24	13	8	1
35	51	13	19	14	5
4o	58	14	13	5	2
45	56	1o	1o	4	3
5o	32	8	11	1	—
55	13	9	4	3	3
6o	1o	3	6	1	1
65	5	2	4	2	2
7o	—	2	—	—	—
75	—	1	1	—	—
8o	—	—	—	—	—
85	—	1	—	—	—

Tab.14
Aufteilung des Kollektivs nach Blutdruck und Ausprägung des prozentualen Hörverlustes (Tonaudiogramm)

Insgesamt gingen die Meßdaten von 606 Ohren (306 re, 300 li) in die Mittelwertberechnungen ein.
Der durchschnittliche prozentuale Hörverlust betrug 36,7 ± 12,0.

Die folgende Tabelle liefert die Resultate im einzelnen. Ferner sind Standardabweichung s und Streuung des Mittelwertes $\frac{s}{\sqrt{n}}$ aufgeführt.

Blutdruck	Anzahl der Ohren n = 606	mittlerer prozentualer Hörverlust $\bar{x}$	Standard-abweichung s	Streuung des Mittelwertes $\frac{s}{\sqrt{n}}$
normoton	366	36,8	11,1	0,58
hyperton	109	38,4	13,6	1,30
hypoton ≤ 110 mm Hg syst.	131	35,2	13,3	1,16
hypoton ≤ 105 mm Hg syst.	59	33,6	14,5	1,89
hypoton ≤ 100 mm Hg syst.	34	33,7	14,6	2,50

Tab. 15 mittlerer prozentualer Hörverlust (Tonaudiogramm) der Hyper-, Normo- und Hypotoniker
(Die rechnerische und zeichnerische Darstellung der zugehörigen Konfidenzintervalle befindet sich auf Seite 77 im Anhang.)

3.5.2 t-Test

Erneut soll der für die Normotoniker gefundene Wert die Bezugsgröße für den statistischen Vergleich darstellen. Für diese Gruppe findet sich durch die Auswertung der Tonschwellenaudiogramme ein durchschnittlicher prozentualer Hörverlust von 36,8.

Der Mittelwert der Hypertoniker liegt mit 38,4 1,6 Punkte über dieser Bezugsgröße.

Der Mittelwert der Hypotoniker (n = 131) differiert ebenfalls um 1,6 Punkte von dem durchschnittlichen Hörverlust der Normotoniker. Allerdings ist die Höreinbuße bei den hypotonen Patienten etwas schwächer ausgeprägt, nämlich 35,2.

Bei den beiden Untergruppen der Hypotoniker - definiert durch Blutdruckwerte $\leq$1o5 bzw. $\leq$1oo mm Hg - nehmen die Differenzen noch zu.

Auch ohne weiteres statistisches Testverfahren kann die Aussage getroffen werden, daß der Hörverlust der Hypotoniker sicherlich nicht größer ist als der der Kontrollgruppe.

Der t-Test soll lediglich noch klären, ob die gefundenen Unterschiede signifikant sind (α = o,o5, zweiseitige Fragestellung, Anzahl der Freiheitsgrade k > 2oo).

Blutdruck		mittlerer prozentualer Hörverlust Normotonus n = 366	$\hat{t}$	Signifikanz α = o,o5
Hypertonus n = 1o9	38,4±13,6	36,8 ± 11,1	1,25	nicht signifikant
Hypotonus $\leq$11o mm Hg n = 131	35,2±13,3	36,8 ± 11,1	1,34	"
Hypotonus $\leq$1o5 mm Hg n = 59	33,6±14,5	36,8 ± 11,1	1,96	"
Hypotonus $\leq$1oo mm Hg n = 34	33,7±14,6	36,8 ± 11,1	1,51	"

Tab. 16 Ergebnisse des t-Testes (Tonaudiogramm)

Alle bestimmten $\hat{t}$-Werte liegen unterhalb des Schwellenwertes 1,97. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0{,}05$ bestehen zwischen den Paaren keine signifikanten Unterschiede.

Der aus dem Tonaudiogramm ermittelte prozentuale Hörverlust ist bei Hypotonikern nicht stärker ausgeprägt.

3.5.3 Der prozentuale Hörverlust unter Berücksichtigung des Sprachaudiogramms

Bei der Überprüfung der sprachaudiometrischen Daten wird analog verfahren.
Die Ergebnisse des Sprachaudiogramms ordnen jedem Probanden einen bestimmten Wert zu, den prozentualen Hörverlust (BOENNINGHAUS u. RÖSER 1973).

Die untenstehende Tabelle veranschaulicht, wie sich die untersuchte Klientel in die einzelnen Kategorien aufteilt. (Das Raster ist wegen der 10%-Sprünge recht grob.)

Mit Hilfe dieses Datenmaterials sollen zwei Fragestellungen abgeklärt werden:
Bieten lärmschwerhörige Patienten mit einem Hypotonus einen stärkeren prozentualen Hörverlust als Normotoniker?
Als zweite Problemstellung bietet sich an, -um das erhobene Material voll auszuschöpfen- : Unterscheidet sich das Sprachgehör von Hyper- und Normotonikern?

	Hörverlust in %								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Normotoniker (n = 366)	54	144	94	45	24	3	2	-	-
Hypertoniker (n = 109)	11	38	30	18	6	2	2	-	2
Hypotoniker (n = 129)	29	39	29	18	8	6	-	-	-
Gesamtanzahl der Ohren n = 604	94	221	153	81	38	11	4	-	2
hypoton ≦105 mm Hg (n = 57)	14	14	16	11	-	2			
hypoton ≦100 mm Hg (n = 34)	8	8	8	8	-	2			

Tab. 17
Aufteilung des Kollektivs nach Blutdruck und Ausprägung des prozentualen Hörverlustes (Sprachaudiogramm)

6o4 Ohren fanden Berücksichtigung. (Bei einem ausländischen Patienten mußte auf die Überprüfung des Sprachgehörs verzichtet werden.)
Der mittlere prozentuale Hörverlust aller Probanden betrug 16,8 ± 13,o.

Die einzelnen Ergebnisse sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Blutdruck	Anzahl der Ohren n = 6o4	mittlerer prozentualer Hörverlust $\bar{x}$	Standard-abweichung s	$\frac{s}{\sqrt{n}}$
normoton	366	16,1	11,8	o,62
hyperton	1o9	19,6	15,1	1,45
hypoton ≦ 11o mm Hg syst.	129	16,5	13,8	1,22
hypoton ≦1oo mm Hg syst.	57	15,6	12,8	1,7o
hypoton ≦1oo mm Hg syst.	34	17,1	13,8	2,37

Tab.18 mittlerer prozentualer Hörverlust (Sprachaudiogramm) der Hyper-, Normo- und Hypotoniker (vgl.S.77)

Die mittleren Hörverlustwerte von normotonen und hypotonen (n = 129) Probanden liegen nur wenig auseinander (16,1 bzw. 16,5). Auch lassen die geringfügigen Differenzen der Untergruppen der Hypotoniker im Vergleich mit den Normotonikern keine signifikanten Unterschiede erwarten.

Die Gruppe der Hypertoniker hebt sich mit einem durchschnittlichen Hörverlust von fast 2o% deutlich von dem Bezugswert 16,1 der Normotoniker ab.
Die Streuung ist erwartungsgemäß sehr groß.

3.5.4 t-Test

Erneut soll der t-Test zur Abklärung möglicher signifikanter Unterschiede herangezogen werden.
Das Vorgehen entspricht dem beim Vergleich der mittleren prozentualen Hörverluste aus dem Tonaudiogramm ($\alpha = 0{,}05$, zweiseitige Fragestellung, Bezugsgröße: durchschnittlicher prozentualer Hörverlust der normotonen Probanden, Anzahl der Freiheitsgrade $k > 2oo$).

Blutdruck		mittlerer prozentualer Hörverlust Normotonus n = 366	$\hat{t}$	Signifikanz $\alpha = 0{,}05$
hyperton n = 1o9	19,6 ± 15,1	16,1 ± 11,8	2,54	signif.
hypoton ≤11o mm Hg n = 129	16,5 ± 13,8	16,1 ± 11,8	o,32	n.s.
Hypoton ≤1o5 mm Hg n = 57	15,6 ± 12,8	16,1 ± 11,8	o,3o	n.s.
hypoton ≤1oo mm Hg n = 34	17,1 ± 13,8	16,1 ± 11,8	o,47	n.s.

Tab.19 Ergebnisse des t-Testes (Sprachaudiogramm)

Die drei berechneten $\hat{t}$-Werte der Hypotoniker liegen alle deutlich unter dem kritischen Schwellenwert von 1,97. Es bestehen daher keine signifikanten Unterschiede.
Anders verhält es sich bei dem Vergleich zwischen Hypertonikern und Kontrollgruppe der Normotoniker.
Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0{,}05$ zeigen die Probanden mit hohem Blutdruck ein signifikant schlechteres Sprachgehör.

4. Diskussion

4.1 Auswirkungen von Beschallung und Sauerstoffmangel auf das Hörorgan (Literaturübersicht)

Jedes Organ ist auf eine adäquate Blutzufuhr, welche die Versorgung mit Sauerstoff und ernährenden Substanzen sowie den Abtransport der verstoffwechselten Produkte sicherstellt, angewiesen.
Insbesondere gilt dies für das komplizierte Innenohr (HAWKINS 1976), das schon in Ruhe einen hohen Stoffwechsel aufweist (LOTZ et alii 1981) und hochgradig empfindlich auf eine Verminderung der Sauerstoffzufuhr reagiert (SPOENDLIN 1969).
Sistiert die O_2-Zufuhr oder wird sie massiv gedrosselt, sei es durch Unterbrechung der zuführenden Gefäße (KIMURA u. PERLMAN 1958, BELAL 1979) oder in der hypoxydotischen Stoffwechselsituation (JOHNSSON 1973), muß mit schwerwiegenden Schäden im Innenohr gerechnet werden.
Ein erhöhter Sauerstoffverbrauch kann ebenso zu dieser Situation führen (z.B. VOSTEEN 1961).
Wie wichtig die adäquate O_2-Versorgung ist, läßt sich am Beispiel der in den Haarzellen des Corti - Organs erzeugten Mikrofonpotentiale belegen: Unter Hypoxiebedingungen zeigen die Reizfolgeströme eingeschränkte Amplituden (MISRAHY et alii 1958 b,c , GERHARDT und WAGNER 1968, OKUMURA 197o).

Die Haarzellen selbst scheinen gegen eine akute Ischämie relativ resistent zu sein, bevor sie mit morphologischen Veränderungen reagieren (SPOENDLIN 1969). Eine Erklärung liefert VOSTEEN (1961):

Es existiert ein Reservemechanismus, welcher O_2-Mangelzuständen mit Hilfe der anaeroben Glykolyse begegnen kann.

STEINERT u. MESTER (1982) hingegen stellen anoxydative Stoffwechselvorgänge in Frage. Bei Tierversuchen (Meerschweinchen) sahen sie unter Apnoe bei intaktem Kreislauf sehr schnell ein Erlöschen der Summenaktionspotentiale.

Unter Lärmeinwirkung verdienen zwei Aspekte besondere Berücksichtigung:
Auf der einen Seite steigt unter Beschallung die Metabolismusrate an (MISRAHY et alii 1958 d, SPOENDLIN 1971, BERG 198o). Der Sauerstoffbedarf der Kochlea ist erhöht. Schließlich ist mit einer metabolischen Dekompensation, einem Zusammenbruch des Energiestoffwechsels, zu rechnen (VOSTEEN 1961).
MISRAHY und Mitarbeiter (1958 a) konnten zeigen, daß unter Beschallung die Sauerstoffspannung der Endolymphe sinkt. KOIDE und andere (1961) bestätigten das Phänomen für die Perilymphe.
Bei Meerschweinchen, die über mehrere Wochen einer simulierten Höhe von 1o.ooo Metern angepaßt und dann einer Beschallung von 13o dB ausgesetzt waren, fanden BERNDT et alii (1978) geringer ausgeprägte Schäden am Corti-Organ als bei einer Vergleichsgruppe. Die Autoren erklärten das Ergebnis mit einer erhöhten Sauerstoffmangelresistenz aufgrund eines besseren O_2-Angebots.

Auf der anderen Seite scheint exzessiver Schall auch Einfluß auf die Blutzirkulation zu nehmen.
Die Folgen werden unterschiedlich, zum Teil widersprüchlich, dargestellt. Stellvertretend seien die Ergebnisse einiger Arbeiten (Tierversuche) skizziert.
PERLMAN und KIMURA (1962) konnten bei Schallintensitäten von 12o dB keine Lumenveränderungen der Gefäße der Stria vascularis registrieren. Bei extremem Schallpegel ($>$135 dB) stellten die Untersucher einen erhöhten Blutfluß fest.
HAWKINS (1971) sah unter Beschallung (12o dB)eine Vasokonstriktion der Kochleagefäße.
HULTCRANTZ (1979) beobachtete keine Veränderung des Blutflusses (1oo dB). Unter Lärmeinwirkung (124 - 14o dB) fielen VERTES und Mitarbeitern (1981) eine Verminderung der Blutzirkulation auf.
SCHNIEDER (1974 b) teilte dieselbe Beobachtung mit ($>$9o dB).

Lärmeinwirkung und O_2-Mangel müssen sich kumulativ und besonders verhängnisvoll auswirken.
TONNDORF et al. (1955) sahen unter Beschallung und Hypoxie eine verlangsamte Erholung der Mikrofonpotentiale.
BECK u. BEIKERT (1958) fanden eine verstärkte Traumaanfälligkeit beschallter Meerschweinchen, die sich in einer hypoxydotischen Stoffwechselsituation befanden.
Die Ergebnisse von KITTEL (1969) (Lärmexposition und Hypoxydose durch CO-Atmung) unterstreichen diesen Befund.

4.2 Hypotonie und Innenohrschwerhörigkeit

Die zitierten Ergebnisse, die aus Laborstudien und Tierversuchen unter extremen Bedingungen stammen, legen den Gedanken nahe, daß es auch beim Menschen im Sauerstoffmangel zu Funktionsstörungen des Innenohres kommen kann. Die physiologische bzw. pathophysiologische Situation bei der chronischen Hypotonie läßt einen O_2-Mangel in der Peripherie vermuten.
In der Tat wird in der Literatur der niedrige Blutdruck als ein ätiologischer Faktor bei der Entstehung einer Innenohrschwerhörigkeit diskutiert.
PIERACH (1959) stellt die hinsichtlich der Blutversorgung ungünstige Lage des Innenohrs, welche bei der "lokalen Hypotonie" der Gefahr einer Funktionsstörung im besonderen ausgesetzt ist, heraus.
Für KOCH (1947) stellt aus ähnlichen Überlegungen heraus die Hypotonie eine wesentlich mitwirkende Ursache bei Schallempfindungsstörungen dar.
PLATH (1974) verweist auf Störungen der Kreislauffunktion und eine Labilität des Blutdrucks, welche, sofern sie über einen längeren Zeitraum einwirken, die Funktion des Hörorgans nachteilig beeinflussen können. Konkret nennt PLATH (1977) die Hypotonie bzw. die hypotonen Regulationsstörungen des Kreislaufs

als Ursachen für die Entstehung oder Progredienz einer Schwerhörigkeit. Der Hypotonie sei mehr Bedeutung beizumessen als der Hypertonie.
DE WEESE (1973) erwähnt neben anderen Faktoren (wie Anämie, Hypoglykämie, Blutdruckschwankungen u.a.) die chronische Hypotonie, welche zu vorübergehenden Gewebshypoxydosen führen kann. Häufig werden Patienten der Otolaryngologischen Abteilung der Medical School überwiesen, bei denen ein Hypotonus vorliegt.
Ähnliche Beschreibungen liefern LEHNHARDT u. HESCH (1980), die beobachtet haben, daß viele innenohrschwerhörige Patienten unter einem niedrigen Blutdruck leiden.
Die beiden Untersucher geben ferner zu bedenken:
Bei der Differentialdiagnose der Symptomenkombination Schwerhörigkeit und Schwindel sollte nicht nur an einen Morbus Menière sondern auch an eine hypotone Regulationsstörung gedacht werden.
Unter ihren innenohrschwerhörigen Patienten zeichnen sich zwei Kollektive voneinander ab. Beim ersten zeigen sich eine leere Anamnese und Befunde, das zweite hingegen weist klassische Risikofaktoren auf:

- Blutdrucklabilität mit fixierter oder labiler Hypo- bzw. Hypertonie
- Diabetes mellitus
- Fettstoffwechselstörungen (LEHNHARDT u. HESCH 1980)
- Schilddrüsenerkrankungen
- Hyperviskositätssyndrom
- vasospastische, sympathikotone Durchblutungsstörungen

Beim Zusammentreffen einiger dieser Risikofaktoren und einem Innenohrleiden (akut oder chronisch) erscheint diesen Autoren der Terminus "Otangina" angemessen.

HARALAMPIEV et al. (1976), Autoren einer jugoslawischen Studie, zählen die gestörte Blutzirkulation bei Hyper-

und Hypotonie zu den häufigsten Ursachen der kochleovestibulären Schädigungen.
MEHRTENS (1980) und ELSTER (1980) verweisen in Diskussionsbeiträgen im Rahmen des Kolloquiums "Berufliche Lärmschwerhörigkeit" auf die mögliche Relevanz von Durchblutungsstörungen -"Bluthoch- und Unterdruck"- bei der Genese dieser Innenohrschwerhörigkeit.
BESKE u. BOSCHKE (1982) sehen in der Hypotonie einen Risikofaktor für die Entstehung eines Hörsturzes und einer Innenohrschwerhörigkeit.
In erster Linie handelt es sich bei den erwähnten Autoren um Untersucher, die aufgrund der durch die tagtägliche Praxis gewonnenen Empirie oder theoretischer Erwägungen auf den möglichen Einfluß der Hypotonie bei der Entstehung von Innenohrschwerhörigkeiten aufmerksam wurden.

Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen, daß sich bei einem großen Prozentsatz der untersuchten Lärmschwerhörigen ein niedriger Blutdruck nachweisen läßt.

Einerseits wird durch die zweifache Messung und die Eliminierung des höheren Wertes - was durchaus realen Bedingungen entspricht - der mittlere Blutdruck etwas tiefer gefunden, andererseits verdient bei der Einordnung und Interpretation der gefundenen Blutdruckwerte die Untersuchungssituation, konkret die Begutachtung, deren Ergebnis schließlich finanzielle Konsequenzen haben kann, besondere Berücksichtigung. KLAUS (1979) verweist auf die bekannte Tatsache, daß der Gelegenheitsblutdruck (casual blood pressure) höher als der Basisblutdruck gefunden wird, auf den sich Supplementäres, wie Emotion, Situation, circadiane Schwankungen und körperliche Einflüße aufpfropfen. Der tatsächliche Blutdruck muß sicherlich niedriger veranschlagt werden.

Ferner sei noch einmal betont, daß es sich bei dem

Untersuchungsgut durchweg um Männer mit einem Durchschnittsalter von fast 53 Jahren handelte.
Selbst bei Nichtberücksichtigung jener Patienten, bei denen die Anamnese oder Unterlagen eine Hypotonie vermuten oder belegen ließen, die am Untersuchungstag nicht objektivierbar war, zeigten immer noch 18,8 % der Probanden einen Blutdruck von ≤110 mm Hg.
Die Betrachtung eines Grenzwertes von ≤105 mm Hg reduzierte den Anteil auf 9,9 %.
100 mm Quecksilbersäule oder weniger wiesen 5,8 % der Untersuchten auf.
Ein Vergleich mit Literaturangaben bietet sich an.

4.3 Häufigkeit der Hypotonie

Epidemiologische Angaben zur Hypotonie finden sich in der gängigen Literatur nur selten.
Eine Erklärung für diese Tatsache bietet sicherlich der fehlende Krankheitswert des symptomlosen niedrigen Blutdrucks. Ein weiterer Grund liegt möglicherweise in dem wenig fruchtbaren Forschungsgegenstand (vgl. z.B. LÜBKE 1981).

In Form einer tabellarischen Auflistung sollen nun verschiedene Autoren mit ihren Ergebnissen, welche zum Teil recht alt sind, vorgestellt werden.

Der Vergleich der einzelnen Prozentangaben ist allerdings nur sehr bedingt möglich.
Zum einen verdient der vom Untersucher willkürlich festgesetzte Grenzwert zwischen Normotonus und Hypotonus Berücksichtigung, auf der anderen Seite sind auch Geschlechtsverteilung und Zusammensetzung des Kollektivs nicht ohne Einfluß auf das Ergebnis.

Untersucher	Grenzwert syst. mm Hg	Anzahl der Untersuchten	Anteil der Hypotoniker	Zusammensetzung des Kollektivs
BARACH (1925)	110	4087	3,6 %	Studenten und Rekruten
JOACHIM (1926)	<110	3000	≈5 %	Praxispatienten (♂ ♀)
MARTINI und PIERACH(1926)	105 ♂ 100 ♀	9000	2,4 %	Klinikpatienten (♂ ♀)
KISCH (1929)	100	28600	6,9 %	ebenso
SARRE (1949)	100	keine Angabe	≈ 4 %	Patienten der Poliklinik (♂ ♀)
WEISS (1951)	110	17582	5,3 %	Soldaten (43-46 J.)
LABERKE (1952)	< 105	11063 3907	3,2 % 7,0 %	Klinikgut (1934-38) (1946-50) (♂ ♀)
STURM (1975)	<105		2-6 %	unausgesuchte Patienten (>40 J.) (♂ ♀)
BESKE und BOSCHKE(1982)	unter der "Altersnorm"		≈4 %	Bevölkerung der Bundesrepublik

Tab.20 Häufigkeit der Hypotonie(ausgewählte Literaturangaben)

Die Angaben zur Häufigkeit der Hypotonie in dieser Tabelle schwanken zwischen 2,4 und 7 %.

Der in dieser Studie gefundene Anteil der Hypotoniker sowohl unter den begutachteten lärmschwerhörigen Patienten als auch innerhalb der Kontrollgruppe liegt deutlich über den hier zitierten Literaturangaben.

Lediglich KISCH (1929) gibt mit 6,9 % Hypotonikern (≤100 mm Hg) einen über den gefundenen Wert hinausgehenden Anteil an.
Allerdings handelt es sich bei dieser Klientel um Klinikpatienten unterschiedlichen Alters und beiderlei Geschlechts.
Die Ergebnisse der Kontrollgruppe, welche die Häufigkeit der Hypotonie in einem vergleichbaren Kollektiv unter identischen Meßbedingungen feststellen sollte, belegen, daß der niedrige Blutdruck auch unter Männern nicht selten vorkommt.

17 % der Kontrolle wiesen einen systolischen Druck von ≤110 mm Hg auf.
Bei 6,2 % der Vergleichsgruppe betrug der systolische Wert ≤ 105 mm Quecksilbersäule.
Im Vergleich mit der Gruppe der untersuchten lärmschwerhörigen Patienten zeigten sich nur wenig ausgeprägte Differenzen. Diese Unterschiede sind nicht signifikant.

Hypotoniker scheinen unter Lärmschwerhörigen nicht überrepräsentiert zu sein.

4.4 Vergleich der gefundenen Blutdruckwerte mit Literaturangaben

Der durchschnittliche Blutdruck, der bei 313 untersuchten Lärmschwerhörigen und 194 Probanden des Vergleichskollektivs gefunden wurde, darf als verläßliches Resultat betrachtet werden. Der Mittelwert belief sich im ersten Fall auf 132,3 / 83,5 mm Hg.
MASTERS et alii (1950) untersuchten in einer großangelegten Studie das Blutdruckverhalten von fast 8000 Männern und teilten für verschiedene Altersklassen Mittelwerte mit. Für die Klasse der 50-54jährigen männlichen Probanden gaben die Untersucher 134,5 / 83,4 mm Hg an, einen Wert, der sehr gut mit dem hier gefundenen korreliert.
Bei der Kontrollgruppe betrug der mittlere Blutdruck 128,0 / 79,4 mm Hg. Der entsprechende Wert von Masters für die Gruppe der 40-44jährigen lautet : 129,0 / 81,2 mm Hg.

4.5 Blutdruck und eingeschränktes Hörvermögen (Literaturübersicht)

Das Blutdruckverhalten Lärmschwerhöriger war häufig Gegenstand von Untersuchungen:

JONSSON u. HANSSON (1977) untersuchten in einer schwedischen Studie das Blutdruckverhalten von 196 Industriearbeitern und setzten es in Beziehung zum Tonschwellenaudiogramm.
Das Attribut "durch Lärm geschädigt" erhielten jene Probanden, deren Audiogramm einen Hörverlust bei 3,4 oder 6 kHz von 65 dB oder mehr aufwies. Das Kriterium "normales Hörvermögen" galt als erfüllt, wenn der Hörverlust in den getesteten Frequenzen weniger als 2o dB betrug.
Der Durchschnittsblutdruck von 74 Personen mit uneingeschränktem Hörvermögen (Durchschnittsalter 54 Jahre) betrug 132,6/80,6 mm Hg, während die Gruppe der Lärmschwerhörigen einen höheren Mittelwert von 145,2/88,6 mm Hg aufwies (n = 44, Alter: 57 Jahre).
Die Untersucher berichteten von einem statistisch gesicherten Unterschied.

TAKALA et alii (1977)antworteten auf diese Studie:
Die finnische Gruppe verglich den Blutdruck von "Normal-Hörenden" (Hörverlust ≙ 2o dB zwischen 5oo und 8ooo Hz) mit den Werten von Lärmgeschädigten (Hörverlust bei 4 oder 6 kHz 65 dB oder mehr).
Der mittlere Blutdruck der Männer ohne nennenswerten Hörverlust betrug 151 / 95 mm Hg (Durchschnittsalter 45 Jahre, n = 67).
Die lärmschwerhörigen Probanden (n = 32) wiesen bei einem mittleren Alter von 47 Jahren einen Blutdruck von 155 / 99 Millimeter Quecksilbersäule auf.
Diese Unterschiede sind nicht signifikant.

HEDSTRAND et alii (1977) fanden bei der Untersuchung von fast 800 Probanden, welche die Kriterien der schwedischen Untersucher erfüllten, ebenfalls keinen Unterschied im Blutdruckverhalten. Der Durchschnittsblutdruck des Normalkollektivs betrug 133,6/84,1 mm Hg (n = 376).
Als mittlere Werte für die Gruppe der Lärmgeschädigten fanden die schwedischen Untersucher 132,3/83,6 mm Quecksilbersäule (n = 393).
Der Anteil der Hypertoniker in beiden Gruppen war praktisch identisch (6,4 bzw. 6,6 %).

Auch LEES u. HATCHER ROBERTS (1979) konnten die Ergebnisse von JONSSON u. HANSSON (1977) nicht bestätigen. Die kanadische Arbeit verglich den Blutdruck von 62 Industriearbeitern, welche einen Hörverlust von mehr als 30 dB im Tonschwellenaudiogramm boten, mit einer Kontrollgruppe. Die Blutdrucke der in vier Altersklassen aufgeteilten Probanden zeigten weder systolisch noch diastolisch einen signifikanten Unterschied zum Vergleichskollektiv. Als Durchschnittswerte wurden gefunden:

$\overline{RR}$ der Lärmexponierten mit Hörverlust: 117/71,7 mm Hg

$\overline{RR}$ der Kontrollgruppe: 116,7/74,6 mm Hg

Das mittlere Alter der Untersuchten betrug 42,5 bzw. 41 Jahre.

Keine der vier Arbeiten geht auf die Hypotonie ein. Die gefundenen hypotonen Werte fließen ohne weitere Berücksichtigung in die Mittelwertbildung ein.
Ferner zeigt die Gegenüberstellung dieser vier Studien die Problematik des direkten Vergleichs der Ergebnisse. So differieren z.B. die durchschnittlichen Blutdruckwerte bei wenig unterschiedlicher Alterszusammensetzung der finnischen und kanadischen Studie um fast 40 mm Hg systolisch und circa 25 mm Hg diastolisch.

Die Mehrheit der Untersucher sah keine Beziehung zwischen Blutdruck und durch Lärm verursachter Schallempfindungsschwerhörigkeit beim direkten Vergleich der mittleren RR-Werte der Lärmschwerhörigen mit einer Kontrollgruppe.

4.6 Eigene Ergebnisse

In dieser Arbeit wurde ein anderer Weg beschritten : Nach dem Blutdruckverhalten kristallisierten sich drei Gruppen heraus. Die durchschnittlichen Hörschwellenverläufe der Hyper -, Normo- und Hypotoniker wurden bestimmt und vergleichend gegenübergestellt.

Unseres Wissens ist eine solche Untersuchung bei Hypotonikern noch nicht durchgeführt worden.

Die Hörschwellenkurven von Normotonikern und Hypotonikern verlaufen nahezu deckungsgleich. Die geringen Unterschiede sind nicht signifikant.
Das Tongehör der lärmschwerhörigen Patienten mit einer Hypotonie zeigt sich nicht stärker beeinträchtigt als das der Kontrolle.
Die gleiche Aussage läßt sich für den Vergleich Hypertoniker - Normotoniker treffen. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Mitteilungen von HANSEN (1968), DRETTNER und Mitarbeitern (1975) sowie HOPKINSON u. LINDBERG (1971).

Die Tendenz, die sich beim Vergleich dieser Hörschwellenkurven abzeichnet, hat auch bei der Gegenüberstellung der aus dem Tonaudiogramm ermittelten Hörverluste Bestand. Das Ergebnis überrascht nicht, da doch der prozentuale Hörverlust der Bewertung eines auf die mittleren Frequenzen reduzierten Tonaudiogramms entstammt.

Um den Durchschnittswert der Normotoniker (36,8 %) verteilen sich die Mittelwerte der anderen Gruppen.

Der durchschnittliche prozentuale Hörverlust aller Hypotoniker (35,2 %) liegt etwas unter diesem Wert.
Der Mittelwert der Probanden mit einem Blutdruck von ≤105 mm Hg weist mit 33,6 % sogar eine Differenz von 3,2 Punkten auf.
Die Vermutung, insbesondere im Hinblick auf das Ergebnis der hypertonen Gruppe, welche die stärksten Höreinbußen hinnehmen musste(38,4 %), - in Umkehrung der These -daß bei niedrigem Blutdruck das Hörvermögen weniger beeinträchtigt wird, kann nicht erhärtet werden.
Der Hörverlust der untersuchten Männer, bei denen ≤100 mm Hg gemessen wurde, liegt knapp (33,7 %) über dem oben erwähnten Wert (33,6 %).

Es bleibt ferner zu bedenken, daß die beiden Untergruppen der Hypotoniker relativ schwach besetzt sind und sich daraus Konsequenzen für die Mittelwertbildung ableiten, die sich in einer hohen Standardabweichung manifestieren.

Die Differenzen müssen außerdem vor dem Hintergrund meßtechnischer Ungenauigkeiten gesehen und daher nicht überbewertet werden.
Signifikante Unterschiede lassen sich bei keiner Konstellation nachweisen.
Aufgrund dieser Befunde ist es legitim zu folgern :
Hypotoniker zeigen im Durchschnitt in den mittleren Frequenzen keinen größeren Hörverlust als Normotoniker.

Die Ausführungen zu den tonaudiometrischen Messungen lassen sich gut auf die Ergebnisse der Sprachaudiometrie übertragen.
Auch bei dieser Untersuchung, die die Beeinträchtigung des Sprachgehörs widerspiegelt, erweisen sich die mittleren Hörverluste von Normotonikern und Hypotonikern fast identisch.
Die mit 17,1 % gefundenen Mittelwerte der Patienten mit

hypotoner Ausgangslage(≦100 mm Hg) bzw. 15,6% (≦105mm Hg) und 16,5% (≦110 mm Hg) unterscheiden sich nur geringfügig von dem Kontrollwert der Normotoniker (mittlerer prozentualer Hörverlust: 16,1%) und liegen noch im Bereich von Meßungenauigkeiten. Signifikante Unterschiede können ebenfalls nicht nachgewiesen werden.
Aufgrund dieser Ergebnisse darf gefolgert werden: Unter lärmschwerhörigen Patienten unterscheiden sich Hypotoniker in ihrem Sprachgehör nicht von Normotonikern.

Hypertoniker allerdings scheinen in ihrem Sprachgehör stärker eingeschränkt zu sein.
Mit dem hier verwendeten Material läßt sich eine signifikant größere Beeinträchtigung nachweisen.
Dieses Ergebnis steht in Einklang mit der Tatsache, daß sich ein Hypertonus mit konsekutiver Atherosklerose (MORIZONO u. PAPARELLA 1978) besonders deletär auf das Einsilberverständnis im Sprachaudiogramm auswirkt (PLATH 1977).

4.7 Fazit

Die zu Beginn der Arbeit geäußerte Vermutung kann unter Verwendung des hier erhobenen Datenmaterials nicht bestätigt werden.
Weder konnten die Hörschwellenverläufe im gesamten Meßspektrum noch die prozentualen Hörverluste, die sich aus der Bearbeitung der Ton- und Sprachaudiogramme ergaben, bei lärmschwerhörigen Patienten mit hypotonen Blutdruckwerten eine stärkere Beeinträchtigung des Hörorgans im Vergleich mit der Kontrollgruppe aufzeigen.

Die Ergebnisse erlauben folgende Schlußfolgerungen:

Offensichtlich ist bei einem chronisch niedrigen Blutdruck von 110 oder 105 mm Hg systolisch die kritische Schwelle noch nicht erreicht, um das Innenohr in eine Sauerstoffmangelsituation zu bringen, die bleibende Schäden verursacht oder begünstigt.

Es ist allerdings auch denkbar, daß der anaerobe Reservemechanismus ausreicht, weniger stark ausgeprägte hypoxydotische Entgleisungen zu kompensieren.

Schließlich muß auch eine Autoregulation der Kochlea in Erwägung gezogen werden.

5. Zusammenfassung

HYPOTONIE ODER HYPOTONE REGULATIONSSTÖRUNGEN
BEI PATIENTEN MIT LÄRMSCHWERHÖRIGKEIT

Die Blutversorgung des Innenohres ist denkbar ungünstig und störanfällig.

Es wurde in dieser Studie der Frage nachgegangen, ob der niedrige Blutdruck einen prädisponierenden Faktor bei der Entstehung einer Lärmschwerhörigkeit darstellt.

Bei 59 von 313 Patienten (=18,8%), bei denen aufgrund einer gutachterlichen Untersuchung eine berufliche Lärmschwerhörigkeit diagnostiziert wurde, konnte ein Hypotonus nachgewiesen werden.
Bei diesen Männern betrug der systolische Blutdruck 110 mm Hg (14,7 kPa) oder weniger oder konnte eine antihypotensive Therapie eruiert werden. 9,9% der Probanden wiesen einen Blutdruck von ≤105 mm Hg (14 kPa) auf (Durchschnittsalter >50 Jahre).
Die ermittelten Prozentzahlen erscheinen im Vergleich mit Literaturangaben hoch, doch konnte in einem erneuten Vergleich mit einer Kontrollgruppe keine signifikante Häufung festgestellt werden.

Weder der prozentuale Hörverlust, ermittelt aus dem Sprachaudiogramm, noch der prozentuale Hörverlust aus den tonaudiometrischen Messungen zeigte sich bei Hypotonikern signifikant stärker ausgeprägt (Anzahl der Ohren n=131, Vergleich: Normotoniker, Anzahl der Ohren n=366).

Der mittlere Hörschwellenverlauf von lärmschwerhörigen Patienten mit einer Hypotonie (≤110 mm Hg, Anzahl der Ohren n=52) liess ebenfalls keinen signifikanten Unterschied erkennen(Vergleich: Normotoniker, Anzahl der Ohren n=108).

Aufgrund dieser Befunde kann die These, dass zwischen der Lärmschwerhörigkeit und der Hypotonie eine Korrelation besteht, nicht erhärtet werden.

6. Anhang

6.1 TabelLen zur Bestimmung des prozentualen Hörverlustes

Tonhörverlust bei 3000 Hz: dB	Tonhörverlust bei 1000 Hz: 0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0	0	5	15	25	35					
10	0	0	10	20	30	40	50				
20	0	5	15	25	35	45	55	65			
30	0	10	20	30	40	50	60	70	80		
40	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	
50	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
60	15	25	35	45	55	65	75	85	95	95	100
70	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100	100
80	25	35	45	55	65	75	85	95	95	100	100
90	30	40	50	60	70	80	90	95	100	100	100
100	35	45	55	65	75	85	95	95	100	100	100

Tab.21 Prozentualer Hörverlust aus dem Tonaudiogramm (RÖSER 1973)

w_o = Gesamtwortverstehen*	a_1 = Hörverlust für Zahlen in dB: < 20	ab 20	ab 25	ab 30	ab 35	ab 40	ab 45	ab 50	ab 55	ab 60	ab 65	ab 70
< 20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ab 20	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	100
ab 35	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	95	100
ab 50	80	80	80	80	80	80	80	80	80	90	95	100
ab 75	70	70	70	70	70	70	70	70	80	90	95	100
ab 100	60	60	60	60	60	60	60	70	80	90	95	
ab 125	50	50	50	50	50	50	60	70	80	90		
ab 150	40	40	40	40	40	50	60	70	80			
ab 175	30	30	30	30	40	50	60	70				
ab 200	20	20	20	30	40	50	60					
ab 225	10	10	20	30	40	50						
ab 250	0	10	20	30	40							

Tab.22 Prozentualer Hörverlust aus dem Sprachaudiogramm (BOENNINGHAUS und RÖSER 1973)

6.2 Der Fragebogen

Name: Geburtsdatum:

Blutdruckwert bekannt? normal hoch niedrig weiß nicht

behandelt? (ja) (nein)

	immer oder sehr häufig	manchmal	selten oder nie
Flimmern oder Schwarzwerden vor den Augen nach dem Aufstehen?			
Schwindel?			
Müdigkeit und Abgeschlagenheit?			
Frösteln und feuchte, kalte Hände (Füße)?			
Ohrgeräusche?			

RR links in Herzhöhe, nach etwa 2 Minuten Ruhe gemessen

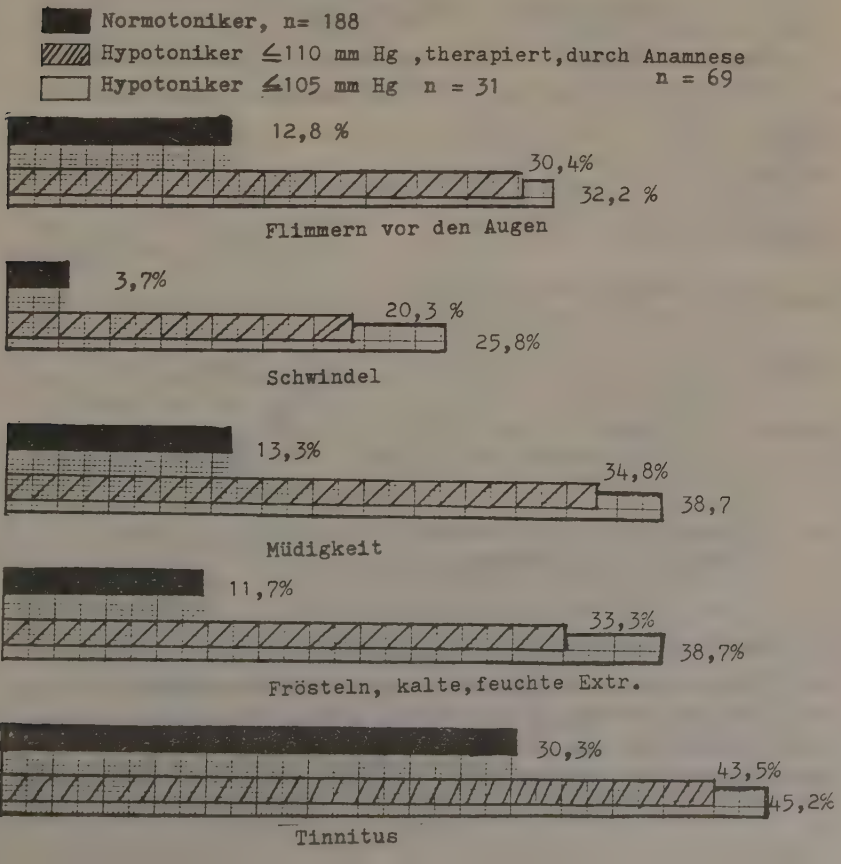
im Sitzen: mm Hg

im Stehen: mm Hg

6.3 Die Auswertung des Fragebogens

69 der 313 Probanden sind als Hypotoniker zu bezeichnen. (Zur Definition vergleiche S. 26)
Mehr als der Hälfte dieser Probanden (38) war der niedrige Blutdruck bekannt.
Etwa 25 % der Hypotoniker (18 von 69) hatten am Tag der Untersuchung Antihypotonika eingenommen. Zum Teil kamen dennoch hypotone Werte zur Messung.

Die Balkendiagramme des folgenden Schaubildes demonstrieren anschaulich die Häufigkeit der geklagten Symptome, d. h. wie oft die Antwortmöglichkeit "sehr häufig oder immer" genannt wurde. Als Kontrolle dienen die Angaben der Normotoniker.



Die Ergebnisse dieser Abbildung überraschen nicht. Es wurde ja nach Symptomen und Beschwerden gefragt, die von Hypotonikern bekanntlich recht häufig vorgebracht werden.
Wie die folgende Tabelle belegt, handelt es sich in der Tat um charakteristische Symptome.
Es ist aufgelistet, wie oft die einzelnen Beschwerden bei Hypotonikern und Normotonikern als "immer oder sehr häufig auftretend" geklagt wurden.

Die Häufigkeiten werden mit dem χ^2-Test überprüft.
Die Fragestellung lautet:
Treten die einzelnen Symptome bei Hypotonikern signifikant häufiger auf?

Symptom	Hypotoniker n=69 Nennungen absolut	%	Normotoniker n=188 Nennungen absolut	%	$\hat{\chi}^2$	Signifikanzniveau α
Flimmern vor den Augen	21	30,4	24	12,8	10,92	0,01
Schwindel	14	20,3	7	3,7	18,45	0,01
Müdigkeit	24	34,8	25	13,3	15,08	0,01
Frösteln	23	33,3	22	11,7	16,35	0,01
Tinnitus	30	43,5	57	30,3	3,90	0,05

Tab. 23 Häufigkeiten von Symptomen bei Hypo- und Normotonikern und berechnete Chi-Quadrate

Die Schwellenwerte der χ^2-Verteilung mit einem Freiheitsgrad lauten 3,84 (α=0,05) bzw. 6,64 (α=0,01).
In allen Fällen gilt: $\hat{\chi}^2 > 3,84$.
Hypotoniker sind folglich durch diese Symptome recht charakteristisch beschrieben.

6.4 Exemplarischer Fall

Johannes P., Bergmann, 50 Jahre

Der Patient ist seit 1952 im Bergbau unter Tage tätig. Der Lärmpegel schwankt hier zwischen 90 und 100 dB(A). Gehörkapseln werden seit einigen Jahren getragen. Der Untersuchte gibt an, die Schelle werde nicht mehr gehört, das Fernsehgerät müsse lauter gestellt werden, die Unterhaltung mit mehreren Gesprächspartnern gestalte sich schwierig. Ohrgeräusche treten häufig auf. Anamnestisch keine Mittelohrentzündungen, keine Schwerhörigkeit in der Familie. Stoffwechsel- und Herz-Kreislauferkrankungen werden verneint.

Das Tonaudiogramm, die Arbeitsanamnese, der beidseits positive SISI-Test (100 %) und das Ergebnis der Langenbeck-Audiometrie sprechen für einen lärmbedingten Innenohrschaden. Der prozentuale Hörverlust auf beiden Ohren beträgt im Tonschwellenaudiogramm 20 %. Im Sprachaudiogramm beträgt die prozentual ausdrückbare Beeinträchtigung 10 %.

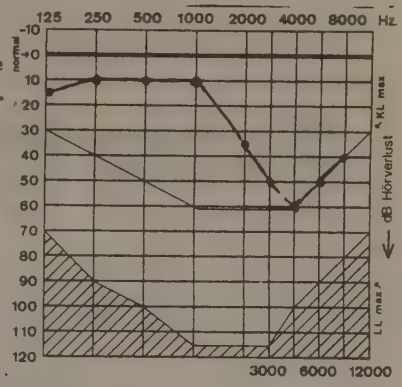
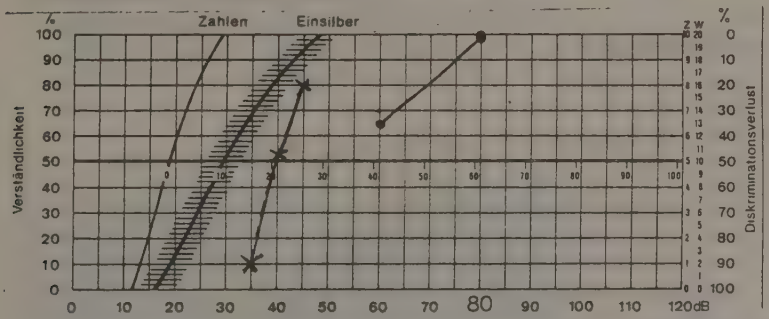


Abb.13 exemplarisches Tonaudiogramm (rechtes Ohr)

Abb.12 exemplarisches Sprachaudiogramm (rechtes Ohr)



Als Beurteilung ergibt sich eine beginnende bis geringgradige Lärmschwerhörigkeit. Die MdE wird auf 10 % geschätzt.

Als Blutdruckwerte fanden sich im Sitzen 100 / 80 bzw. 95 / 70 mm Hg im Stehen.

6.5 Statistische Formeln

Der arithmetische Mittelwert einer Stichprobe berechnet sich nach:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i$$

Die Stichprobenvarianz ist erklärt als :

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2$$

Für die Standardabweichung gilt : $s = \sqrt{s^2}$

Eine Vierfeldertafel der folgenden Form wird mit dem χ^2- Test überprüft:

a	b	a + b
c	d	c + d
a + c	b + d	n

$$\hat{\chi}^2 = \frac{n (ad - bc)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

Bei einem Freiheitsgrad und $\alpha = 0{,}05$ lautet der Schwellenwert 3,84. Bei einem Freiheitsgrad und $\alpha = 0{,}01$ lautet der Schwellenwert 6,64.

Der t- Test basiert auf nachstehender Formel :

$$\hat{t} = \frac{| \bar{x}_1 - \bar{x}_2 |}{\sqrt{\left[\frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2} \right] \cdot \left[\frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]}}$$

Bei zweiseitiger Fragestellung und $\alpha = 0{,}05$ lautet der Schwellenwert 1,98, wenn die Anzahl der Freiheitsgrade $k \geq 120$ ist (bzw. Schwellenwert 1,97, wenn $k \geq 200$).

6.6 Rechnerische und graphische Darstellung der Konfidenzintervalle

Für die Mittelwerte der Stichproben ($\bar{x}$) ergeben sich die Konfidenzintervalle (für die Sicherheitswahrscheinlichkeit S = 95 %) für den Erwartungswert μ unter Verwendung der Formel

$$x \pm 1{,}96 \frac{s}{\sqrt{n}}$$ folgendermaßen

unter Berücksichtigung der tonaudiometrischen Messungen :

Normotoniker	36,8 ± 1,1	≙ 35,7 ... 37,9	n = 366
Hypertoniker	38,4 ± 2,6	≙ 35,8 ... 41,0	n = 109
Hypotoniker	35,2 ± 2,3	≙ 32,9 ... 37,5	n = 131

unter Berücksichtigung der sprachaudiometrischen Messungen :

Normotoniker	16,1 ± 1,2	≙ 14,9 ... 17,3	n = 366
Hypertoniker	19,6 ± 2,8	≙ 16,8 ... 22,4	n = 109
Hypotoniker	16,5 ± 2,4	≙ 14,1 ... 18,9	n = 129

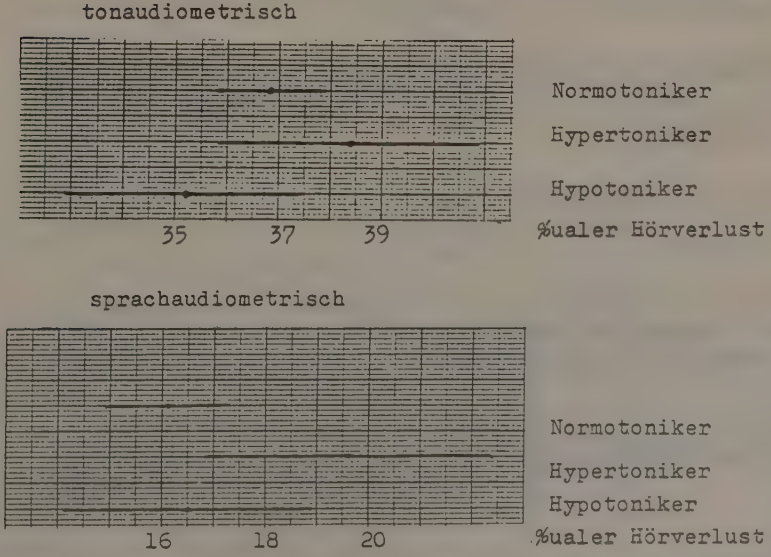


Abb.14 zeichnerische Darstellung der Konfidenzintervalle

7. Literaturverzeichnis

ALBERTI, P. W. : Noise and the ear . in : Kap. 18 in : Ballantyne, J. , Groes,J. : Deseases of the ear, nose, and throat. Volume 2 : The ear. Butterworths, London 1979, fourth edition.

ANGELBORG, C. E., HULTCRANZ, E., AGERUP,B. : The cochlear blood flow. Acta otolaryngol.(Stockh.) 83 (1977) 92

ARNOLD, W., VOSTEEN, K. H. : Zur Physiologie von Perilymphe und Endolymphe. in : Berendes,J.,Link, R.,Zöllner, F. (Herausgeber) : Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Praxis und Klinik. Thieme, Stuttgart New York,2. Aufl. 1979. Band 5, Ohr I,Kap. 4

AXELSSON, A. : The vascular anatomy of the cochlea in guinea pig and in man. Acta otolaryngol. (Stockh.) Suppl. 243 (1968) 1

BACHMANN, K., REITMEIER, H., GRAF, N. : Untersuchungen zur Normalverteilung des menschlichen Blutdrucks. Dtsch. Med. Wschr. 95 (1970) 307

BALLANTYNE, J., GROES, J., : Deseases of the ear, nose, and throat. Volume 2 , The ear, Butterworths, London, 1979, fourth edition

BARACH, J.H. : Arterial hypotension. Arch. Intern. Med. 35 (1925) 151

BECK, CHL., BEIKERT, P. : Morphologische Veränderungen an der Schnecke des Meerschweinchens bei Sauerstoffmangel und Lärmbelastung. Arch. Ohr.-,Nas.-u. Kehlk.-Heilk.172 (1958)238

BECK,CHL. : Die anatomischen Gegebenheiten für die therapeutische Beeinflussung am Innenohr. Laryng. Rhinol.56 (1977) 350

BELAL, A. : The effects of vascular occlusions on the human inner ear. J. Laryng. Otol.(London) 93 (1979) 955

BERENDES,J., LINK, R., ZÖLLNER, F. (Herausgeber) : Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Praxis und Klinik. Thieme, Stuttgart New York, 2. Auflage 1979 , Band 5, Ohr I

2. Auflage 1980 Band 6, Ohr II

BERENDT, H., KRANZ, D., WAGNER, H., GERHARDT, H.-J. : Der lärmbedingte Innenohrschaden nach Erhöhung der O_2-Mangelresistenz. Laryng. Rhinol. 57 (1978) 520

BERG, M. (Herausgeber) : Lärmschäden des Ohres. Thieme, Stuttgart, 1980. Aktuelle Oto-Rhino-Laryngologie Heft 7

BESKE, F., BOSCHKE, W.L. : Sozialökonomische Aspekte der Hypotonie. Deutsches Ärzteblatt 79 (1982) 81

BOENNINGHAUS, H.-G. ; RÖSER, D. : Prozentule Hörverlustbestimmung des Sprachgehörs und Festsetzung der Minderung der Erwerbsfähigkeit. Z. Laryng. Rhinol. 37 (1958) 719

BOENNINGHAUS, H.-G. : Disposition zur Lärmschwerhörigkeit und deren Abgrenzung gegenüber Lärmschwerhörigkeiten anderer Genese. Verh. dtsch. Ges. Arbeitsschutz 8 (1964) 240

BOENNINGHAUS, H.-G. : Probleme der Begutachtung der Berufskrankheit Lärmschwerhörigkeit und Lärmtaubheit. Z. Laryng. Rhinol. 44 (1965) 578

BOENNINGHAUS, H.-G., RÖSER, D. : Neue Tabellen zur Bestimmung des prozentualen Hörverlustes für das Sprachgehör. Z. Laryng. Rhinol. 52 (1973) 153

BOENNINGHAUS ,H.-G. : Lärmschwerhörigkeit und persönlicher Lärmschutz. Deutsches Ärzteblatt 74 (1977) 2443

BÖHM, C. : Hypotonie und orthostatisches Syndrom. Krankheitswert und Therapie aus der Sicht der Praxis. Internist 14 (1973) 511

BORG, E. : Noise, hearing , and hypertension . Scand. Audiol. 10(2) (1981) 125

BOWMAN, C. E. : Blood pressure errors with aneorid sphymomanometers. The Lancet 1 (1981) 1005

BRÜNDEL, K.-H., HARTUNG. G. : Über die Hörkurvenverläufe von Bergleuten der Gruppe Anna . HNO 26 (1978) 174

BRUSIS, T. : Das tonaudiometrische Bild der Lärmschwerhörigkeit. Z. Laryng. Rhinol. 52 (1973) 673

BRUSIS, T. : Die Lärmschwerhörigkeit und ihre Begutachtung. Demeter Verlag,Gräfeling, 1978

BRUSIS,T., MEHRTENS,G. : Vor- und Nachschaden bei Lärmschwerhörigkeit. Laryng. Rhinol. 60 (1981) 168

BUNDESMINISTER FÜR ARBEIT UND SOZIALORDNUNG : Bericht der Bundesregierung über den Stand der Unfallverhütung und das Unfallgeschehen in der Bundesrepublik Deutschland (Unfallverhütungsbericht). Drucksache 9/901 (1981)

BUTZ, M. : Statistische Ergebnisse zur Berufskrankheit Lärmschwerhörigkeit.Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e. V. Sutter, Essen, 1981

CARFI,F., SICLARI,S., SALVIERA,C., SPADARO,A., GALETTI,C. : Nostre considerazioni sugli aspetti anatomiofunzionali della vascolarizzasioni cocleare. La nuova clinica otorinolaryngoiatrica (Roma) 32 (1980) 85

CARFI,F., SICLARI,S., LIUZZO,A., POLIMENI,G., GALETTI,F. : L'incidenzia della ipertensione arteriora essenziale nella determinazione di turbe funzionali dell'orecchio interno. La nuova clinica otorinolaryngoiatrica(Roma) 32 (1980) 135

CHRISTIAN,P.,KROPF,R., KURTH,H. : Eine Faktorenanalyse der subjektiven Symptomatik vegetativer Herz- und Kreislaufstörungen. Archiv für Kreislaufforschung 45 (1964) 171

CHRISTIAN, P. : Kreislaufregulationsstörungen in : Innere Medizin in Praxis und Klinik. Hornbostel,H., Kaufmann,W., Siegenthaler,W. (Herausgeber) Thieme,Stuttgart,2. Aufl. 1977 Band 1 : Herz, Gefäße, Atmungsorgane, Endokrines System, Kap. 1.250

DELIUS,L. : Vegetative Regulationsstörungen des Herzens und des Kreislaufs. Z. Kreisl.-Forsch. 47 (1958) 346

DELIUS,L. : Hypotone Zustände und ihre Therapie. Therapiewoche 10 (1959/60) 390

DELIUS,L. : Psychovegetatives Syndrom. Thieme, Stuttgart,1966

DENGLER,H. (Herausgeber) Das Orthostasesyndrom. Schattauer, Stuttgart New York, 1974

DIEROFF,H.G. : Lärmschwerhörigkeit. Urban und Schwarzenberg, München Berlin Wien, 2. Aufl. 1979

DONAT,K. : Definition und Häufigkeit der Kreislaufstörungen. Verh. dtsch. Ges. Inn. Med. 73 (1967) 157

DONAT,K. : Zur Diagnose und Beurteilung des hypotonen Symptomenkomplexes. Internist 14 (1973) 491

DONAT,K. : Differentialdiagnose und Beurteilung hypotoner Zustände. Materia Medica Nordmark 33/5 (1981) 239

DRETTNER,B.,HEDSTRAND,H., KLOCKHOFF,I., SVEDBERG,A. : Cardiovascular risk factors and hearing loss. Acta oto-laryngol. (Stockh.) 79 (1975) 366

ELSTER,W. : Berufliche Lärmschwerhörigkeit - Fragen aus versicherungsrechtlicher Sicht - in : Kolloquium Berufliche Lärmschwerhörigkeit, Sutter, Essen, 1980, S. 32

FELDMANN,H. : Zur Begutachtung der Lärmschwerhörigkeit. Z. Laryng. Rhinol. 51 (1952) 230

FELDMANN,H. : Das Gutachten des Hals-Nasen-Ohren-Arztes. Thieme, Stuttgart, 1976

GADERMANN,E. : Abgrenzung und Objektivierung von Kreislaufstörungen. Ver. dtsch. Ges. Inn. Med. 73 (1967) 132

GAUER,O.H. : Kreislauf des Blutes. in : Gauer,O.H., Kramer,K. Jung,R. : Physiologie des Menschen. Band 3, Urban und Schwarzenberg, München Berlin Wien, 1972

GERHARDT,H.-J., WAGNER,H. : Die Mikrophonpotentiale der Meerschweinchenschnecke unter Anoxie und Belastung mit Reintönen verschiedener Intensität. Arch. Ohr.-Nas.-u. Kehlk.-Heilk. 181 (1963) 426

GLORIG,A., DAVIS,H. : Age, noise and hearing loss Ann. otol. (St. Louis) 70 (1961) 556

GLORIG,A., WARD,W.D.,NIXON,J. : Damage risk criteria and noise induced hearing loss. Arch. otolaryng. 74 (1961) 413

GRAVENDEEL,D.W., PlOMP,R. : Micro-noise trauma ? Arch. otolaryng. 71 (1960) 656

HABERMANN,J. : Über die Schwerhörigkeit der Kesselschmiede Archiv für Ohrenheilkunde 30 (1890) 1

HAMM,H. : Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs, hypotone und und hypodyname Regulationsstörungen. in : Allgemeinmedizin - Familienmedizin . Thieme, Stuttgart New York, 1980, S. 163

HANSEN,C.C. : Perceptive hearing loss and arterial hypertensior Arch. otolaryng. 87 (1968) 119

HANSEN ,C.C. : Die Gefäße im inneren Gehörgang und ihre Verbindung zum Mittelohr-Gefäßnetz. Arch. klin. exp. Ohr.-Nas.-u. Kehlk.-Heilk. 194 (1969) 229

HARALAMPIEV,K., IVANOVIC,A., MARKOVIC,T. : Blutdruckänderungen und kochleovestibuläre Symptomatologie (Übersetzung des serbokroatischen Titels) Srpski arhiv za celokupno lekarstvo (Beograd) 104 (1976) 539

HAUPTVERBAND DER GEWERBLICHEN BERUFSGENOSSENSCHAFTEN e.V.: Kolloquium - Berufliche Lärmschwerhörigkeit - Fragen der Begutachtung nach dem Königsteiner Merkblatt, Sutter,Essen, 1980

HAUSEN,W. :Schwindel bei Herz- und Kreislaufstörungen. Diagnostik 9 (1976) 332

HAWKINS,J.E. : The role of vasoconstriction in noise induced hearing loss. Ann. otol.(St. Louis) 80 (1971) 903

HAWKINS,J.E. : Microcirculation in the labyrinth. Arch. oto-rhino-laryng. 212 (1976) 241

HEDSTRAND,H., DRETTNER,B., KLOCKHOFF,I., SVEDBERG,A. : Noise and blood-pressure. The Lancet II (1977) 1291

HEINTZ,R., LOSSE,H. : Arterielle Hypertonie. Pathogenese - Klinik - Therapie - mit einem Beitrag : Hypotonie, Thieme Stuttgart, 1969

HOLZGREVE,H.(Redaktion) : Forum Hypertonicum.
Münch. Med. Wschr. 122 (1980) Seminarteil
1. Folge, S.36 : Allgemeine technische Voraussetzungen und Fehlermöglichkeiten bei der Blutdruckmessung.

2. Folge, S. 49 : Die Geräusche bei der Blutdruckmessung

3. Folge, S. 42 : Geräte zur indirekten Messung des Blutdrucks.

6. Folge, S. 54 : Basisbedingungen bei der Blutdruckmessung.

7. Folge, S. 56 : Die Blutdruckmessung bei Adipösen.

9. Folge, S. 51 : Blutdruck : normal - grenzwertig - erhöht behandlungsbedürftig.

10. Folge, S. 51 : Blutdruckmessung in Klinik, Praxis, Wohnung, Apotheke, Öffentlichkeit.

HOPKINSON,N.T., LINDBERG,R.F. : Relevance of vascular disorders to cardiological findings. Journal of speech and hearing disorders 36 (1971) 447

HUEP,W.W., GERSMEYER,E.F. : Hypotone Regulationsstörungen des Kreislaufs. Med. Klinik 64 (1969) 2009

HUIZING,E.H. : Presbyakusis. in : Berendes,J.,Link,R., Zöllner,F. (Herausgeber) Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Praxis und Klinik.Thieme,Stuttgart New York,2. Aufl. 1980, Band 6,Ohr II, Kap. 41

HULTCRANTZ,E. : The effect of noise on cochlear blood flow in the conscious rabbit. Acta physiologica scandinavica 106 (1979) 29

VON ILBERG,C. : Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Diffusion und Resorption von Thoriumdioxyd an der Meerschweinchenschnecke. Arch.klin. exp. Ohr.-Nas.-u. Kehlk.-Heilk. 192 (1968) 384

ILBERG,C.von : Elektronenmikroskopische Überprüfung der Zugangswege zum Cortischen Organ. Arch. klin. exp. Ohr.-Nas.-u. Kehlkopf - Heilkunde 191 (1968) 540

ILBERG,C. von : Gibt es eine kausale Behandlung für Krankheiten des Innenohres? HNO 24 (1976) 427

IRION,H., LEGLER,U. : Längsschnittuntersuchungen zur Progredienz der Lärmschwerhörigkeit. Laryng. Rhinol. 55 (1976) 359

JAKOBSEN,J., STEINBACH,E., KOBURG,E. : Die Innenohrdurchblutung nach Durchtrennung und Reizung des Halssympathicus. Arch. klin. exp. Ohr.-Nas.-u. Kehlk.-Heilk.194 (1969) 544

JAHNEKE,J. : Risikofaktor Hypertonie. Studienreihe Boehringer Mannheim, Boehringer Mannh. GmbH, Mannh. 1974

JANSEN,G. : Über die nichtspezifischen Wirkungen des Lärms auf den Menschen. Med. Welt 41/42 (1960) 35

JANSEN,G. : Lärm als Umweltproblem. Deutsches Ärzteblatt 73 (1976) 1295

JANSEN,G. : Phänomen Lärm und Arbeitsmedizin:statistische Daten und Forschungsansätze. diagnostik 14 (1981) 544

JANSEN,G. : Phänomen Lärm und Arbeitsmedizin: extraaural Lärmeinwirkungen. diagnostik 14 (1981) 552

JARMATZ,H., DE MARÉES,H., KUNITSCH,G. : Zur Normierung der orthostatischen Belastung. Med Welt 38 (1976) 1789

JOACHIM,G. : Der hypotone Symptomenkomplex. Münch. Med. Wschr. 73 (1926) 648

JOHNSSON,L.G. : Vascular pathology in the human ear. Adv. Oto-Rhino-Laryng. 20 (1973) 197

JONSSON,A., HANSSON,L. : Prolonged exposure to a stressful stimulus (noise) as a cause of raised blood-pressure in man. The Lancet I (1977) 86

KELLERHALS,B. : Acoustic trauma and cochlear microcirculation. Adv. Oto-Rhino-Laryng. 18 (1972) 91

KEREKJARTO,M. VON : Psychosomatische Beschwerden bei Hypotonie . Internist 14 (1973) 521

KIMURA,R., PERLMAN,H. B. : Arterial obstruction of the labyrinth. Ann. otol. (St. Louis) 67 (1958) 5

KISCH,F. : Studien über den arteriellen Tiefdruck(Hypotonie). Klin. Wschr. 8 (1929) 929

KITTEL,G. : Die Hypoxydose der Kochlea durch Kohlenmonoxyd. Aktuelle Oto-Rhino-Laryngologie, Heft 1, Thieme, Stuttgart, 1969

KLAUS,D. : Chronisch arterielle Hypertonie. in : Klaus,D. (Herausgeber) : Kardiologie Hypertonie, Springer, Berlin Heidelberg New York, 2. Aufl. 1979, S. 228

KOBURG,E., MAASS,B. : Durchblutung des Innenohres. in : Berendes,J., Link,R., Zöllner,F. (Herausgeber) : Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Praxis und Klinik. Thieme, Stuttgart New York, 2. Auflage 1979, Band 5, Ohr I, Kap.5.13

KOCH,J. : Innenohrstörungen im Alter, Klimakterium und bei Hypotonie. Dtsch. Med. Wschr. 72 (1947) 407 .

KÖNIGSTEINER MERKBLATT : Empfehlungen des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften für die Begutachtung der beruflichen Lärmschwerhörigkeit. Ausgabe 1977

KOIDE,J., YOSHIDA,M., KONNO,M., NAKANO,Y., YOSHIKAWA,Y., NAGABA,M., MORITOMO,M. : Some aspects of the biochemistry of acoustic trauma. Ann. otol.(St. Louis) 69 (1960) 661

KUHLMANN,V., SIEGENTHALER,W. : Hypotonie. in: Hegglin,R., Siegenthaler,W. (Herausgeber) : Differentialdiagnose innerer Krankheiten. Thieme, Stuttgart, 13. Aufl. 1975,S.367

LABERKE,J.A. : Zur Genese und Therapie der hypotonen Regulationsstörungen. Dtsch. Med. Wschr. 77 (1952) 133

LANG,E., JANSEN,W., PFAFF,W. : Orthostatische Hypotonie bei älteren Menschen. Med. Klinik 70 (1975) 1976

LAWRENCE,M. : Effects of interference with terminal blood supply on organ of Corti. Laryngoscope 76 (1966) 1318

LAWRENCE,M. : Direct visualisation of living organ of Corti and studies of its extracellular fluids. Laryngoscope 84 (1974) 1767

LAWRENCE,M., NUTTAL,A.L., BURGIO,P.A. : Oxygen reserve and autoregulation in the cochlea. Acta otolaryngol.(Stockh.) 83 (1977) 146

LEES,R.E.M., HATCHER ROBERTS,J. : Noise-induced hearing loss and blood pressure. Canadian Medical Associatian Journal 120 (1979) 1082

LEHNHARDT,E. : Disposition zu Lärmschäden. Z. Laryng.Rhinol. 38 (1959) 28

LEHNHARDT,E. : Die Berufsschäden des Ohres. Arch. Ohr.-Nas.- u. Kehlk.-Heilk. 185 (1965) 11

LEHNHARDT,E. : Die Lärmschwerhörigkeit - klinisches Referat Z. Laryng. Rhinol. 51 (1972) 221

LEHNHARDT,E., HESCH,R.D. : Über verschiedene Typen der Lärmschwerhörigkeit. HNO 28 (1980) 73

LEHNHARDT,E. : Ohrensausen und Gutachten. HNO 29 (1981) 169

LOSSE,H. : Arterielle Hypotonie in : GROSS,R., SCHÖLMERICH,P. (Herausgeber) : Lehrbuch der Inneren Medizin. Schattauer, Stuttgart. New York, 5. Aufl. 1977, S.375

LOTZ,P., JAKOBI,H., KUHL,K.-D., HABERLAND,E.-J., :The physiological influence of sound on the cochlea metabolism. Acta otolaryngol. (Stockh.) 91 (1981) 445

LÜBKE,K.O. : Orthostatische Dysregulation. Therapiewoche 22 (1972) 2935

LÜBKE,K.O. : Über die Wirkung von Amezinium bei Patienten mit hypotoner Kreislaufregulationsstörung. Herz / Kreislauf 13 (1981) 583

LÜPKE,A.VON : Bewertung von Schwerhörigkeit mit Hilfe von Kurvendarstellungen. Laryng. Rhinol. 54 (1975) 77

LÜPKE,VON,A. : Analyse von 1700 entschädigten Lärmschwerhörigkeitsfällen in Metallbetrieben. Laryng. Rhinol. 57 (1978) 505

LYDTIN,H. : Funktionelle cardiovasculäre Syndrome. in : Klaus, D.(Herausgeber) : Kardiologie Hypertonie, Springer, Berlin Heidelberg New York, 2. Aufl. 1979, S. 213

MAASS,B., BAUMGÄRTL,H., LÜBBERS,D,W. : Lokale pO_2 und pH_2-Messungen mit Nadelelektroden zum Studium der Sauerstoffversorgung und Mikrozirkulation des Innenohres. Arch. Oto-Rhino-Laryng. 213 (1976 a) 439

ebenda 214 (1976 b) 109

MAASS,B., BAUMGÄRTL,H. LÜBBERS,D.W. : Wirkung einer oberen zervikalen Sympathektomie auf den cochleären Sauerstoffpartialdruck (pO_2) unter den Bedingungen der hämorrhagischen Hypotension. Arch. Oto-Rhino-Laryng. 216 (1977a) 519

MAASS,B. : Tierexperimentelle Untersuchungen des sympathischen Einflusses auf die Innenohrfunktion.Habilitationsschrift (1977b) zitiert nach Maass (1980)

MAASS,B., BAUMGÄRTL,H. LÜBBERS,D.W. : Lokale pO_2- und pH_2-Messungen mit Mikroaxialnadelelektroden an der Basalwindung der Katzencochlea nach akuter oberer zervikaler Sympathektomie. Arch. Oto-Rhino-Laryng 221 (1978) 269

MAASS,B., Baumgärtl,H., LÜBBERS,D.W. : Wirkung einer Sympathektomie auf den Sauerstoffpartialdruck (pO_2) in der Cochlea unter hämorrhagischer Hypotension. Laryng. Rhinol. 58 (1979) 665

MAASS,B., ESSER,G. : Einfluß des Sauerstoffdruckes im Mittelohr auf die Innenohrfunktion.Laryng. Rhinol.59(1980)155

MALCHAIRE,J.B., MULLIER,M. : Occupational exposure to noise and hypertension : a retrospective study.
Ann. occup. hyg. (Oxford) 22 (1979) 63

DE MARÉES,H. : Diagnose orthostatischer Regulationsstörungen. Kurzmonographie,Sandoz AG Nürnberg,1977

MARTINI.P, PIERACH,A. : Der niedere Blutdruck und der Symptomenkomplex der Hypotonie. Klin. Wschr. 5 (1926) 118

MASTER,A.M., DUBLIN,L.I., MARKS.H.H. : The normal blood pressure range and its clinical implications.
J. Am. Med. Ass. 143 (1950) 1464

MAZZONI,A. : Intraaural auditory canal arterial relations at the porus acusticus. Ann. otol. (St. Louis)78 (1969) 797

MEESMANN,W. STÖVEKEN,H.-J.,BILLING,C.P. : Die Bestimmung des Basisblutdruckes in der Praxis durch die Ermittlung des sogenannten Entspannungswertes. Dtsch. Med. Wschr. 95 (1970) 734

MEGIGHIAN,W., GIACOMELLI,F. : Zum Problem der Innenohrvaskularisation. Arch. Ohr.-Nas.-u. Kehlk.-Heilk. 181 (1962) 65

MEHRTENS,G. : Diskussionsbeitrag in : Kolloquium Berufliche Lärmschwerhörigkeit.Sutter, Essen, 1980, S. 25

MEYER,F.A. : Beiträge zur Kenntnis der arteriellen Gefäßhypotonie. Med. Klinik 28 (1932) 827

MEYER,H. : Die Lärmschwerhörigkeit als Berufskrankheit Nr.1 Arbeitsmedizin Sozialmedizin Präventivmedizin 13 (1978) 146

MISRAHY,G.A., HILDRETH,K.M., SHINABERGER,E.W., CLARK,L.C., RICE,E.A. : Endolymphatic oxygen tension in the cochlea of the guinea pig. J. acoust. Soc. Amer. 30 (1958a) 247

MISRAHY,G.A., SHINABERGER,E.W., ARNOLD,J.E. : Changes in cochlear endolymphatic oxygen availability, action potential, and microphonics during and following asphyxia, hypoxia, and exposure to loud sounds. J. acoust. Soc. Amer. 30 (1958b) 701

MISRAHY,G.A., DE JONGE,B.R., SHINABERGER,E.W., ARNOLD,J.E. : Effects of localized hypoxia on the electrophysiological activity of cochlea of the guinea pig. J. acoust. Soc. Amer. 30 (1958c) 705

MISRAGY,G.A., ARNOLD,J.E., MUNDIE,J.E., SHINABERGR,E.W., GARWOOD,V.P. : Genesis of endolymphatic hypoxia following acoustic trauma. J. acoust. Soc. Amer, 30 (1958d) 1082

MORIZONO,T., PAPARELLA,M.M. : Hypercholesterolemia and auditory dysfunction. Ann. otol. (St. Louis) 87 (1978) 804

MÜLLER,G. : Amezinium zur Therapie der Hypotonie und orthostatischen Dysregulation. Klinikarzt 10 (1981) 1316

MUNK,F. : Der niedere arterielle Blutdruck = arterielle Hypotonie. Med. Klinik 22 (1926) 1403

MUTH,H.H., JANSEN,W. : Dihydergot-plus zur Langzeittherapie hypotoner orthostatischer Dysregulation bei älteren Patienten. Fortschritte der Medizin 98 (1980) 1571

NAUMANN,H.H., GÜNTHER,H., SCHICKER,S. : Intravitalbeobachtungen an den Gefäßen des Innenohres.
Arch. Ohr-.Nas.-u. Kehlk. Heilk. 171 (1957) 354

NAUJOKS,J. : Der Hörsturz, ein Notfall.
Med. Welt 30 (1979) 1802

NN : Milliarden-Kosten durch zu niedrigen Blutdruck.
Der Deutsche Arzt 2 (1982) 47

NOMURA,Y. : Observations on the microcirculation of the cochlea. Ann. otol. (St. Louis) 70 (1961) 1037

OKUMURA,H. : Perilymph as a medium of oxygen-supply for the organ of Corti.
Arch. klin. exp. Ohr.-Nas.-u. Kehlk.-Heilk. 195 (1970) 257

PARVIZPOOR,D. : Noise exposure and prevalence of high blood pressure among weavers in Iran.
Journal of occupational medicine 18 (1976) 730

PERLMAN,H.B., KIMURA,R. : Experimental obstruction of venous drainage and arterial supply of the inner ear.
Ann. otol. (St. Louis) 66 (1957) 537

PERLMAN,H.B., KIMURA,R. : Cochlear blood flow in acoustic trauma. Acta otolaryngol. (Stockh.) 54 (1962) 99

PIERACH,A. : Die lokale Hypotonie.
Münch. Med. Wschr. 101 (1959) 737

PLATH,P. : Das Ton- und Sprachgehör bei Lärmschäden des Ohres. Schattauer, Stuttgart New York, 1971

PLATH,P. : Schwerhörigkeit als Symptom exogener und endogener Erkrankungen. Med. Welt 25 (1974) 395

PLATH.P. : Schwerhörigkeit bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Laryng. Rhinol. 56 (1977) 334

PLATH,P. : Das Hörorgan und seine Funktion. Carl Marhold, Berlin, 4. Auflage 1981

PLATH,P. : Tinnitus - Ursachen und Symptomatik. Audiologische Akustik (Heidelb.) 20/1 (1981) 2

PROBST,R. : Hörrisiko bei Lärmarbeit. HNO 22 (1974) 326

QUANTE,M. : Die verstärkte Gefährdung des Hörvermögens im Lärm durch ototoxische Medikamente. Habilitationsschrift, Düsseldorf. Thieme Copythek,Thieme, Stuttgart, 1976

RAUCHEGGER,H., SPOENDLIN,H. : Damage of the basilar membrane by acoustic stimulation. Arch. Oto-Rhino-Laryng. 232(1981)117

RIEKERT,H. : Hypotonie. Springer, Berlin Heidelberg New York, 1979

RIEKERT,H. : Regulationen und Reaktionen bei Hypotonie. Materia Medica Nordmark 33/4 (1981) 177

RIEDEL,V., HILGER,K., ZAHNEISEN,W. : Erkrankungen von Cochlea und Vestibularapparat als Folge von Durchblutungsstörungen : Bedeutung von Dusodril in der Ohrenheilkunde. Therapiewoche 24 (1974) 4303

RISTOW,W. : Diskussionsbeitrag. Arch. klin. exp. Ohr.-Nas.- u. Kehlk.- Heilk. 194 (1969) 550

RITTER,J. ANNIKO,M., GERHARDT,H.-J. : Some new aspects on damages in the organ of Corti after pure tone exposure. Arch. Oto-Rhino-Laryng. 232 (1981) 187

RITTER,K. : Die Gefäße des Innenohrs.
Arch. Oto-Rhino-Laryng. 219 (1978) 115

RÖSER,D. : Bestimmung des prozentualen Hörverlustes aus dem Tonaudiogramm. Z. Laryng. Rhinol. 46 (1967) 568

RÖSER,D. : Das Tonaudiogramm als Grundlage für die MdE-Skala. Z. Laryng. Rhinol. 52 (1973) 666

ROSMANITZ,J., BREHM,H. : Klinisch-experimentelle Studie zur Kreislaufwirkung des Dihydergot beim Orthostasesyndrom . Med. Welt 15 (1964) 2618

RZAYEV,R.M. : Role of hypoxia in pathogenesis of occupational hypoacusis and normalizing action of hyperbaric oxygenation on saturation of arterial blood with oxygen (Übersetzung des russischen Originals). Zh. ushn. nos. gorl. bolezn. 41/2 (1981) 22

SACHS,L. : Angewandte Statistik. Springer, Berlin Heidelberg New York, 5.Aufl., 1978

SARRE,H. : Klinik und Therapie der Hyper- und Hypotonie. Verh. dt. Ges. Kreisl.-Forsch. 15 (1949) 137

SCHÄTZLE,W. : Histochemie des Innenohres. Urban und Schwarzenberg, München Berlin Wien, 1971

SCHÄTZLE,W. , SCHNIEDER,E.-A. : Stoffwechsel der Kochlea in : Berendes,J., Link,R., Zöllner,F. (Herausgeber) : Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Praxis und Klinik. Thieme, Stuttgart New York, 2. Aufl. 1979, Band 5,Ohr I, Kap 6

SCHARDT,F., GROSS,W. : Dihydergot-plus zur Behandlung hypotoner Dysregulationen. Therapiewoche 30 (1980) 5764

SCHELLONG,F. : Funktionsprüfung des Kreislaufs als Untersuchungsmethode. Klin. Wschr. 15 (1936) 361

SCHELLONG,F., LÜDERITZ,B. : Regulationsprüfung des Kreislaufs. Steinkopff, Darmstadt, 1954

SCHEPPOKAT,K.-D. : Ist die Hypotonie eine Krankheit ? Med. Welt 23 (1972) 1963

SCHEPPOKAT,K.-D. : Pathophysiologische Grundlagen und diagnostisch-therapeutische Probleme bei der arteriellen Hypotonie. Med. Welt 25 (1974) 2083

SCHMIDT,P.H. : Presbyacusis. Int. Audiolog. Suppl. 1 (1967) 1

SCHNEIDER,K.W. : Hypotonie. Klinik und aktuelle Therapie. Schattauer, Stuttgart New York, 1968

SCHNIEDER,E.-A. : Innenohr- und Hirndurchblutung. Z. Laryng. Rhinol. 52 (1973) 186

SCHNIEDER,E.-A. : A contribution to the physiology of the perilymph. part 1 : On the origin of perilymph. Ann. otol (St. Louis) 83 (1974a) 76

SCHNIEDER, E.-A. : A contribution to the physiology of the perilymph. part 3 : On the origin of noise-induced hearing loss. Ann. otol. (St. Louis) 83 (1974 b) 406

SCHULZ,C.E.J., RICHTER,W., NAUJOKS,J. : Blutviskosität und Innenohrschwerhörigkeit. Laryng. Rhinol. 56 (1976) 328

SCHWETZ,F., DOPPLER,U., SCHEWCZIK,R., WELLESCHIK,B. : The critical intensity for occupational noise. Acta otolaryngol. (Stockh.) 89 (1980) 358

SEILER,C.F. : Beschreibung des Tinnitus. Laryng. Rhinol. Otol. 61 (1982) 124

SHENOI,P.M. : Vascular lesions of the inner ear. in : Ballantyne,J., Groes,J. : Deseases of the ear, nose, and throat. Vol. 2, The ear, Butterworths, London,4th ed. Kap.23

SIEGENTHALER,W., VERAGUT,V., WERNING,C. : Blutdruck. in : Siegenthaler,W. (Herausgeber) : Klinische Pathophysiologie. Thieme, Stuttgart, 3. Aufl. 1976, S. 617

SIMPSON,R.R. : The causes of perceptive deafness. Proceedings of the royal society of medicine 42 (1949) 536

SPOENDLIN,H. : Das ischämische Syndrom des Innenohres. Practica oto-rhino-laryngologica (Basel) 31 (1969) 257

SPOENDLIN,H. : Primary structural changes in the organ of Corti after acoustic overstimulation. Acta otolaryngol. (Stockh.) 71 (1971) 166

SPOENDLIN,H. : Akustisches Trauma in : Berendes,J., Link,R., Zöllner,F. (Herausgeber) : Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Praxis und Klinik. Thieme, Stuttgart New York, 2. Aufl.1980 Band 6, Ohr II, Kap. 42

STANGE,G. : Exogene Faktoren akuter Hörminderungen. Z. Laryng. Rhinol. 51 (1972) 494

STANGE,G., NEVELING,R. : Hörsturz. in : Berendes,J., Link,R., Zöllner,F. (Herausgeber) : Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Praxis und Klinik. Thieme, Stuttgart New York,2. Aufl. 1980 Band 6, Ohr II, Kap. 45

STURM,A. jr. : Diagnose und Differentialdiagnose der Hypotonie. Therapiewoche 25 (1975) 4995

TAKALA,J., VARKE,S., VAHERI,E., SIEVERS,K. : Noise and blood-pressure. The Lancet II (1977) 974

THULESIUS,O., FERNER,U. : Diagnose der orthostatischen Hypotonie. Zeitschrift für Kreislaufforschung 61 (1972) 742

THULESIUS,O. : Die Diagnose der orthostatischen Hypotonie anhand einfacher Kreislaufparameter. in :
Dengler,H.J. (Herausgeber) : Das Orthostasesyndrom.
Schattauer, Stuttgart New York, 1974, S. 177

THULESIUS,O. : Die Therapie der arteriellen Hypotonie.
Med.Welt 26 (1975) 588

THULESIUS,O. : Störungen der Blutdruckregulation und ihre zerebrovaskulären Folgen. in: Lang, E. (Herausgeber) :
Kardiale Ursachen zerebrovaskulärer Syndrome.
Springer, Berlin Heidelberg New York, 1981, S. 55

TONNDORF,J., HYDE,R.W., BROGAN,F.A. : Combined effect of sound and oxygen deprivation upon cochlear microphonics in guinea pig. Ann. otol. (St. Louis) 64 (1955) 392

TONNDORF,J. : Das Verhalten des Reizfolgestroms im Sauerstoffmangel. Arch. Ohr.-Nas.-u. Kehlk.-Heilk. 178 (1961) 137

TSUNOO,M., PERLMAN,H.B. : Temporary arterial obstruction.
Acta otolaryngol. (Stockh.) 67 (1969) 460

VERTES,D., AXELSSON,A., MILLER,J., LIDÉN,G :
Cochlear vascular and elektrophysiological effects in the guinea pig to 4 kHz pure tones of different durations and intensities. Acta otolaryngol. (Stockh.) 92 (1981) 15

VOSTEEN,K.-H. : Die Erschöpfung der Phonorezeptoren nach funktioneller Belastung.
Arch. Ohr.-Nas.-u. Kehlk.- Heilk. 172 (1958) 489

VOSTEEN,K.-H. : Neue Aspekte zur Biologie und Pathologie des Innenohres. Arch. Ohr.-Nas.-u. Kehlk.-Heilk. 178 (1961) 1

VOSTEEN,K.-H. : Passive and active transport in the inner ear
Arch. klin. exp. Ohr.-Nas.-u. Kehlk. - Heilk. 195 (1970) 226

WARD,W.D. : The concept of susceptibility to hearing loss. Journal of occupational medicine (Chicago) 7 (1965) 595

DE WEESE,D.D. : Clinical manifestations of vascular disturbances. Adv. Oto-Rhino-Laryng. 20 (1973) 191

WEISS,A. : Über den Ruheblutdruck beim Manne zwischen 17 und 60 Jahren. Archiv für Kreislaufforschung 17 (1951) 176

WELLESCHIK,B. : Der Einfluß des Lärmpegels auf den berufsbedingten Hörverlust. Laryng. Rhinol. 58 (1979) 832

WILMOT,T.J., SEYMOUR,J.C. : Diagnosis and treatment of vascular insuffiency causing perceptive deafness. The Lancet I (1960) 1098

WITTGENS,H., KISSNER,E. :Zum Problem der höhergradigen Schwerhörigkeit durch Lärm. Laryng. Rhinol. 55 (1976) 374

WOLLHEIM,E., MOELLER,J. : Hypotonie. in : Schwiegk,H. (Herausgeber) : Handbuch der Inneren Medizin. Band 9 : Herz und Kreislauf, Teil 5 : Hypertonie Hypotonie, Springer, Berlin Göttingen Heidelberg, 4. Aufl. , 1960 , S.777

Ergänzende Literaturangaben

GEIBEL,W. : Das dynamische Verhalten der Innenohrflüssigkeiten. Laryng. Rhinol. Otol. 61 (1982) 481

HESCH,R.D. : Therapeutische Überlegungen zu vaskulären Innenohrerkrankungen. HNO 30 (1982) 365

KIRCHHOFF,H.W. : Hypotonie - Bedeutung und Wertung Deutsches Ärzteblatt 10 (1983) 48

MAASS,B. : Innenohrdurchblutung. HNO 30 (1982) 355

NUTTALL,A.L., HULTCRANTZ,E., LAWRENCE,M. : Does loud sound influence the intracochlear oxygen tension ? Hearing Research 5 (1981) 285

STEINERT,R.,MESTER,W. : Welchen Einfluß hat die Unterbindung der großen Halsschlagadern auf die Kochleapotentiale? Laryng. Rhinol. Otol. 61 (1982) 477

Danksagung

Abschließend möchte ich all denen meinen Dank aussprechen, ohne deren Hilfe, Engagement und Kooperation diese Arbeit nicht durchführbar gewesen wäre.
Hernn Prof. Dr. Plath danke ich für die Überlassung des Themas und sein förderndes Interesse.
Den Herren Dr. Altenburger, Dr. Kohaus, Dr. Wehmer und Dr. Tenkhoff danke ich für ihre freundliche Unterstützung.
Selbstverständlich sind auch die Mitarbeiterinnen der genannten Herren, insbesondere Sr. Gisela, in den Dank eingeschlossen.
Last not least möchte ich Frau Dr. Reißig erwähnen, die mir hilfreich bei der Bearbeitung des statistischen Materials zur Seite stand.

Recklinghausen, Ostern 1982

Herrn Prof. Dr. Hildmann sei für die Übernahme des Korreferates gedankt.

Recklinghausen, Ostern 1983

Lebenslauf

25.7.1952 Geburt als zweites Kind des Arztes Dr.Albert Hettwer und seiner Ehefrau, der Zahnärztin Dr.Edeltraud Hettwer,geb. Kuhnert, in Recklinghausen

1958 Besuch der Grundschule

1963 Überwechseln zum Humanistischen Gymnasium Petrinum

Mai 1971 Reifeprüfung

Sommersemester 1972 Beginn des Studiums für das Lehramt an der Grund- und Hauptschule an der Pädagogischen Hochschule Münster

Frühjahr 1975 Erstes Staatsexamen

August 1975 bis Januar 1976 Absolvierung des "Freiwilligen Sozialen Jahres" in der Krankenpflege

Februar 1976 Lehramtsanwärterzeit in Castrop-Rauxel

Februar 1977 Zweites Staatsexamen

ab Wintersemester 1976/77 Studium der Humanmedizin an der Ruhr-Universität Bochum

August 1978 Ärztliche Vorprüfung (Physikum)

ab Wintersemester 1978/79 Fortsetzung des Studiums im Rahmen des "Bochumer Modells"

August 1979,Bochum 1.Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Juli 1981,Bonn ECFMG-Examen (Educational Commission for Foreign Medical Graduates)

August 1981,Bochum 2.Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Oktober1981,Herne Praktisches Jahr im Ev.Krankenhaus

Oktober 1982,Bochum/Herne 3.Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

25.10.1982 Approbation als Arzt

29.12.1982 Eheschließung mit Ingeborg Ahlke-Hettwer, geb.Ahlke

ab Januar 1983 Ableistung des Grundwehrdienstes als Truppenarzt des 1. Korps in Münster

23.3.1983 Disputation